



ESCOLA DE DOUTORAMENTO
INTERNACIONAL

Inmaculada
Orjales Galdo

Tese de Doutoramento

Valoración do estado
sanitario e nutricional do
gando vacún leiteiro en
producción ecolóxica do
norte de España

Lugo, 2017

TESE DE DOUTORAMENTO

**VALORACIÓN DO ESTADO
SANITARIO E NUTRICIONAL DO
GANDO VACÚN LEITEIRO EN
PRODUCCIÓN ECOLÓXICA DO
NORTE DE ESPAÑA**

Inmaculada Orjales Galdo

ESCOLA DE DOUTORAMENTO INTERNACIONAL

PROGRAMA DE DOUTORAMENTO EN INVESTIGACIÓN BÁSICA E APLICADA EN CIENCIAS
VETERINARIAS

LUGO

2017

DECLARACIÓN DO AUTOR/A DA TESE

**Valoración do estado sanitario e nutricional do gando vacún leiteiro
en produción ecolóxica do norte de España**

D./Dna. Inmaculada Orjales Galdo

Presento a miña tese, seguindo o procedemento axeitado ao Regulamento, e declaro que:

- 1) A tese abarca os resultados da elaboración do meu traballo.
- 2) De selo caso, na tese faise referencia ás colaboracións que tivo este traballo.
- 3) A tese é a versión definitiva presentada para a súa defensa e coincide coa versión enviada en formato electrónico.
- 4) Confirmo que a tese non incorre en ningún tipo de plaxio doutros autores nin de traballos presentados por min para a obtención doutros títulos.

En Lugo, 21 de novembro de 2017

Asdo. Inmaculada Orjales Galdo

AUTORIZACIÓN DO DIRECTOR / TITOR DA TESE

Valoración do estado sanitario e nutricional do gando vacún leiteiro
en produción ecolóxica do norte de España

Marta I. Miranda Castañón, Profesora Titular do Departamento de Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias da Universidade de Santiago de Compostela e M. Marta López Alonso, Profesora Titular do Departamento de Patoloxía Animal da Universidade de Santiago de Compostela

INFORMA/N:

*Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por D/Dña. **Inmaculada Orjales Galdo**, baixo a miña dirección, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.*

De acordo co artigo 41 do Regulamento de Estudos de Doutoramento, declara tamén que a presente tese de doutoramento é idónea para ser defendida en base á modalidade de COMPENDIO DE PUBLICACIÓNS, nos que a participación da doutoranda foi decisiva para a súa elaboración.

A utilización destes artigos nesta memoria, está en coñecemento dos coautores, tanto doutores como non doutores. Ademais, estes últimos teñen coñecemento de que ningún dos traballos aquí reunidos poderá ser presentado en ningunha outra tese de doutoramento.

En Lugo, 21 de novembro de 2017

Grazas, esa palabra tan coñecida e ás veces tan pouco usada. Hoxe é un día para decir GRAZAS, con todas as letras maiúsculas.

Grazas ás directoras desta Tese de Doutoramento, por tantas horas de dedicación, por tantas palabras de ánimo e tantos momentos que quedan para sempre...

... a Marta Miranda, grazas por animarme a embarcarme neste proxecto, por eses consellos sempre a punto para min, por facerme sentir sempre como na casa e sobre todo por facelo todo tan fácil.

... a Marta López, grazas por ser sempre esa voz de ánimo e por ensinarme que a vida personal e miles de veces máis importante que a profesional.

Grazas ós compañeiros de “Médica” Luis, Ana, Lucas, Marus, Luciano e Germán, por facerme sentir unha máis entre vós, por ensinarme tantas cousas sobre docencia, sobre clínica e sobre a vida. Por ter sempre un bo consello, unha broma ou unha palabra de ánimo para alegrar o día.

Grazas a todos os compañeiros do HVU Rof Codina, por tantas horas de consultas xuntos, por tantas risas e alegrías, pero tamén por tanto ánimo nos momentos difíciles. Grazas por todo o que me ensinástedes tanto a nivel profesional como personal.

Grazas a todos os investigadores e compañeiros do grupo METANIMAL, ós que continúan e ós que emprenderon un novo camiño: José Luis, Joaquín, Víctor, Cristina, Rosalía, Chapel, Lucía, Ángel, Fran, polo día a día e por eses cafés que en ocasións puidemos compartir.

Grazas ós compañeiros do grupo “Management and Epidemiology” do Animal Science Department na Aarhus University. Especialmente a Mette Vaarst, por ensinarme o que realmente é ser “organic” e que temos moito que aprender do campo. Grazas a todos os compañeiros do Nørresø Kollegiet, por tantas alegrías e risas nese país triste e gris que é Dinamarca. Larissa, Victor, Margot, Philippe simplemente sen vós “Viboring” non tería sido o mesmo, grazas.

Grazas ó grupo de Parasitoxía do CIAM, especialmente a Marta e Mercedes por toda a axuda prestada. A Ana Villar do centro CIFA Cantabria e tamén a Secundino López e Héctor Alaiz da Universidade de León e a Cesar Resch do CIAM, porque sen eles a nutrición non tería saído adiante. Grazas tamén a Carlos Herrero por estar sempre dispoñible e por axudar tanto coas análises quimiométricas.

Grazas a eses compañeiros de Lugo, ós que foron e viñeron durante os 10 anos da miña vida nesta “cidade” (carreira, máster, tese, ADCG, ...), o meu paso por aquí sempre quedará marcado por eles.

Grazas a Ruth, por tantísimas horas xuntas traballando. Por tantas comidas entre papeis, por tantas bases de datos entre música, por tantos congresos e visitas a granxas, e sobre todo por ser a mellor confidente das penas e alegrías propias dun bo PhD, por compartilas connmigo e por estar sempre aí.

Grazas a meus pais Mariluz e Luis por sempre dicir si, para diante. Por querer que medrásemos no rural, e ensinarme a apreciar o valor que ten. Por ter paciencia e agardar e por sentirse tan orgullosos de min. Se eles souperan o orgullosa que estou eu deles...

Grazas a Silvia, esa irmá que sempre me preguntaba, “E que tal vai a Tese?” aínda que fose a pregunta prohibida. Por darme ánimo sempre e por compartir ese amor polos animais connmigo.


Grazas a Manu, por seguir estando aí e por ser a paz no medio da miña tolemia. Por apoiarme no si e no non, e por seguir sendo o mellor compañeiro de aventuras que se pode ter.

Grazas ó resto da miña familia (avós, tíos e primos) por ser un pilar básico e firme en todo este tempo, e por ensinarme que xuntos somos máis.

Grazas a eses amigos, ós de agora e ós de sempre, por esas viaxes, por esas conversas e sobre todo por ser alegría no medio da oscuridade.

Grazas a Carmen, por ser tan artista e mostrar nunha imaxe o que é esta Tese.

E sobre todo grazas ó campo, ó rural, ós gandeiros e á agricultura. Grazas por darnos tanto. Espero poder devolver algo con esta Tese.



A presente Tese de Doutoramento foi realizada dentro do Proxecto de Investigación titulado: "SITUACIÓN NUTRICIONAL DO GANADO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCCIÓN ECOLÓXICA DO NORTE DE ESPAÑA. COMPARACIÓN COS SISTEMAS CONVENCIONAIS" (AGL2010-21026), financiado polo Ministerio de Ciencia e Innovación e desenvolvido en colaboración co Centro Tecnolóxico Agroalimentario de Lugo (CETAL) na Facultade de Veterinaria de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela.

Durante o período de Tese de Doutoramento, Inmaculada Orjales foi beneficiaria das seguintes bolsas de investigación:

- Contrato predoutoral Xunta de Galicia (Ref. PRE/2013/156) dentro do marco das axudas de apoio á etapa predoutoral do Plan galego de investigación, innovación e crecemento 2011-2015 (Plan I2C), convocatoria do ano 2013.
- Contrato predoutoral FPU (Formación do Profesorado Universitario) (Ref. FPU14/01473) do Ministerio de Educación, Cultura e Deporte, convocatoria do ano 2014.
- Bolsa predoutoral para estadias de investigación no estranxeiro da Fundación Barrié de la Maza, convocatoria do ano 2014.

ÍNDICE DE CONTIDOS

RESUMO/RESUMEN/SUMMARY	1
INTRODUCCIÓN	7
1. CONCEPTO DE AGRICULTURA E GANDERÍA ECOLÓXICA	9
2. EVOLUCIÓN DA AGRICULTURA ECOLÓXICA	10
3. NORMATIVA ECOLÓXICA	11
4. A IFOAM E OS PRINCIPIOS DA AGRICULTURA ECOLÓXICA	12
5. AS CIFRAS DA AGRICULTURA ECOLÓXICA	15
5.1. A agricultura ecolóxica en Europa	15
5.2. A agricultura ecolóxica en España e Galicia	16
6. ESPECIFICACIÓNS EUROPEAS RELATIVAS Á PRODUCIÓN GANDEIRA ECOLÓXICA	17
7. ASPECTOS SANITARIOS DO GANDO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCIÓN ECOLÓXICA	19
7.1. A saúde do ubre	20
7.1.1. Dinámica da infección mamaria e axentes causais	20
7.1.2. Control da mamite	21
7.2. Infeccións parasitarias	23
7.2.1. <i>Ostertagia ostertagi</i>	24
7.2.2. <i>Dictyocaulus viviparus</i>	25
7.2.3. <i>Fasciola hepatica</i>	25
7.2.4. <i>Calicophoron daubneyi</i>	26
7.2.5. Control parasitario en granxas ecolóxicas	26
8. ASPECTOS NUTRICIONAIS DO GANDO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCIÓN ECOLÓXICA	29
8.1. A importancia das forraxes e do concentrado no vacún de leite	29
8.2. Necesidades enerxéticas do vacún leiteiro	30
8.3. Necesidades proteicas do vacún leiteiro	31
8.4. Balance enerxía proteína nas dietas	32

9. A IMPORTANCIA DOS MINERAIS NO GANDO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCCIÓN ECOLÓXICA	33
9.1. Necesidades minerais do vacún leiteiro	33
9.2. Fontes de minerais	34
9.3. Manexo mineral en gandería ecolóxica	34
10. XUSTIFICACIÓN DO TEMA E PERFIL DA TESE	36
OBXECTIVOS	37
CAPÍTULO I	41
CAPÍTULO II	51
CAPÍTULO III	59
CAPÍTULO IV	67
CAPÍTULO V	73
CAPÍTULO VI	107
DISCUSIÓN XERAL	123
CONCLUSIONS	133
BIBLIOGRAFÍA	137
ANEXOS	153



RESUMO RESUMEN SUMMARY



RESUMO

A produción ecolóxica de leite é un sector en crecemento que necesita información para mellorar os procesos produtivos, a calidade dos produtos e a saúde e o benestar animal. A presente Tese de Doutoramento estudou a influencia da restrición do uso de tratamentos e os cambios na estratexia nutricional sobre a saúde e o balance nutricional dos animais en produción ecolóxica, comparándoo co sistema convencional. De forma xeral cabe destacar que a redución de tratamentos, especialmente de antibióticos inflúe de xeito negativo na saúde do ubre, sobre todo nos animais con maior número de partos, debido á cronificación das infeccións. As terapias alternativas, aínda que son usadas por parte dos gandeiros, non contan coa suficiente base científica polo que para un correcto control, é esencial mellorar as prácticas de manexo así como unha correcta rutina de muxido. As granxas ecolóxicas presentaron niveis de infección por helmintos similares ós reportados previamente en sistemas convencionais a pastoreo da mesma área. O uso de tratamentos antihelmínticos específicos non sempre reduciu o risco de contraer infeccións por helmintos debido a que se producen reinfeccións continuadas no pasto. Polo tanto, o control parasitario debe basearse fundamentalmente nunha adecuada estratexia de pastoreo. En relación aos aspectos nutricionais, a forraxe, pastoreada ou conservada, é o principal alimento da dieta dos animais das granxas ecolóxicas, o que presumiblemente provoca que as dietas teñan un menor aporte enerxético que as das granxas convencionais, onde o nivel de alimento concentrado é significativamente maior. O aporte proteico da ración foi similar entre ambos tipos de sistemas, pero as granxas ecolóxicas mostraron un desequilibrio entre a enerxía e a proteína da dieta, asociado ó déficit enerxético das mesmas. Polo tanto, a eficiencia da proteína tamén foi menor neste tipo de granxas provocando unha perda na proteína inxerida, que é eliminada en forma de nitróxeno cara o medio ambiente. Finalmente, o perfil mineral da ración dos animais en ecolóxico tamén foi diferente do dos animais en convencional, principalmente debido ó menor aporte de concentrado a favor das forraxes. As dietas das granxas ecolóxicas mostraron menores niveis de Cu, I, Se e Zn que as dietas das granxas convencionais, debido a que estes son os elementos que se suplementan de forma habitual no alimento concentrado. Por outra banda, o solo representou unha fonte de minerais para os animais en pastoreo sobre todo no caso daqueles minerais que se atopan en moi altas concentracións no solo en comparación coas plantas. Os elementos tóxicos atopáronse en todo momento en niveis inferiores ó límite establecido.

Palabras clave: gandería ecolóxica de leite, saúde do ubre, infeccións por helmintos, nutrición, estatus mineral.

RESUMEN

La producción ecológica de leche es un sector en crecimiento que necesita información para mejorar los procesos productivos, la calidad de los productos y la salud y el bienestar de los animales. La presente Tesis Doctoral estudió la influencia de la restricción del uso de tratamientos así como los cambios en la estrategia de nutrición en la salud y el equilibrio nutricional de los animales en producción ecológica, comparándolo con el sistema convencional. En general, cabe destacar que la reducción de tratamientos, especialmente de antibióticos, influyó negativamente sobre la salud de la ubre, especialmente en animales con mayor número de partos, debido a la cronificación de las infecciones. Las terapias alternativas, aunque fueron utilizadas por los ganaderos, no tienen suficiente base científica, por lo que para un control adecuado, es esencial mejorar las prácticas de manejo así como una rutina de ordeño correcta. Las granjas ecológicas mostraron niveles de infección por helmintos similares a los reportados previamente en los sistemas convencionales de pastoreo en la misma área. El uso de tratamientos antihelmínticos específicos no siempre redujo el riesgo de contraer infecciones por helmintos debido a la reinfección continua en el pasto. Por lo tanto, el control parasitario debe basarse esencialmente en una estrategia de pastoreo adecuada. En cuanto a los aspectos nutricionales, el forraje, pastoreado o conservado, es un elemento básico de la dieta de los animales de granjas ecológicas, lo que presumiblemente provoca que las dietas tengan un menor aporte energético que las de las granjas convencionales, donde el nivel de alimento concentrado en las dietas es significativamente mayor. El aporte de proteína de la ración fue similar entre ambos tipos de sistemas, pero las granjas ecológicas mostraron un desequilibrio entre la energía y la proteína de la dieta, asociado con el déficit de energía de sus dietas. Por lo tanto, la eficiencia de la proteína también fue menor en este tipo de granjas, causando una pérdida en la proteína ingerida, que se elimina en forma de nitrógeno hacia el medio ambiente. Finalmente, el perfil mineral de la ración de los animales en ecológico también fue diferente del de los animales en convencional, principalmente debido al menor aporte de concentrado en favor del forraje. Las dietas ecológicas mostraron niveles más bajos de Cu, I, Se y Zn que las dietas convencionales, porque estos son los elementos que se suplementan habitualmente en los alimentos concentrados. Por otra parte, el suelo representó una fuente de minerales para los animales que pastan, especialmente para aquellos minerales que se encuentran en concentraciones muy altas en el suelo en comparación con las plantas. Los elementos tóxicos se encontraron en todo momento en niveles por debajo del límite establecido.

Palabras clave: ganadería ecológica de leche, salud de la ubre, infecciones por helmintos, nutrición, estatus mineral.

SUMMARY

Organic dairy farming is continuously growing and more information is necessary in order to improve the productive processes, the quality of the products and the animal health and welfare. This Doctoral Thesis aimed to study the effects of the restriction of treatments as well as the changes on the nutritional strategy on the animal health and nutritional balance on organic dairy farming, comparing them with the conventional system. Overall, treatments reduction, especially in the case of antibiotics, negatively influenced udder health, mainly in animals with high number of parities due to the infection chronicity. Although alternative therapies were used by the farmers, they do not have enough scientific evidence, therefore the management practices, including a correct milking routine, are essential to maintain an adequate udder health meeting with the organic principles. Organic farms showed similar levels of helminth infection compared with the levels previously reported in conventional grazing systems from the same area. The use of specific anthelmintics did not always reduce the risk of infection due to the continuous reinfections in the pasture. Therefore, parasitic control should be based on an adequate grazing strategy. Regarding the nutritional aspects, forage, either grazed or conserved, is the main ingredient of the diets of organic animals. This situation probably leads to the lower energy content of the diets of organic dairy farms compared to the conventional farms, where the amount of concentrate feed in the diets is significantly higher. The amount of protein of the rations was similar between both systems. However, organic farms showed an imbalance between the energy and protein of the ration, probably associated with the deficit of energy in this group of farms. The efficiency of protein was also lower in organic farms, which is related with higher levels of nitrogen losses into the environment. Finally, mineral profile of the ration of organic farms was also different from conventional farms, mainly due to the lower percentage of concentrate feed in favor of the forage. Organic diets showed lower levels of Cu, I, Se and Zn than conventional farms, because of these are the elements that are routinely supplemented in the concentrate feed. On the other hand, the soil represented another mineral source in the animals farmed under grazing management, especially in those minerals that are at high concentrations in the soil compared to the plants. Toxic elements were always under the established thresholds.

Key words: organic dairy farming, udder health, helminth infection, nutrition, mineral status.



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

1. O CONCEPTO DE AGRICULTURA E GANDERÍA ECOLÓXICA

A agricultura ecolóxica pode definirse como un compendio de técnicas agrarias que exclue normalmente o uso de produtos químicos de síntese como son os fertilizantes, praguicidas, antibióticos, etc., co obxectivo de preservar o medio ambiente, manter ou aumentar a fertilidade do solo e proporcionar alimentos con todas as súas propiedades naturais (MAGRAMA, 2014).

A normativa europea define a produción ecolóxica como un sistema de xestión agrícola e produción de alimentos que combina as mellores prácticas ambientais, un elevado nivel de biodiversidade, a preservación de recursos naturais, a aplicación de normas esixentes sobre benestar animal e unha produción conforme as preferencias de determinados consumidores que buscan produtos obtidos a partir de sustancias e procesos naturais. Deste xeito, os métodos de produción ecolóxicos desempeñan un papel social dobre: aportando por un lado produtos ecolóxicos a un mercado específico que responde á demanda dos consumidores, e por outro lado, bens públicos que contribúen á protección do medio ambiente, ó benestar animal e ó desenvolvemento rural (EC, 2007).

Dende a Federación Internacional de Agricultura Ecolóxica (IFOAM) fomentase que a agricultura ecolóxica debe ser un sistema de produción que manteña a saúde do solo, dos ecosistemas e das persoas. Baséase nos procesos ecolóxicos, na biodiversidade, nos ciclos adaptados ás condicións locais no canto de usar insumos que poidan ter efectos adversos. A agricultura ecolóxica combina tradición, innovación e ciencia para beneficiar o ambiente compartido e promover relacións xustas e unha boa calidade de vida para todos os involucrados (IFOAM, 2005).

Dentro do contexto da agricultura ecolóxica tamén ten cabida a produción animal. A gandería ecolóxica basease na produción de animais nun sistema que utiliza de forma maioritaria forraxes, buscando mellorar a saúde e o benestar animal e enfatizando na redución da utilización rutinaria de tratamentos veterinarios convencionais, fertilizantes e pesticidas (Hermansen, 2003; Hovi et al., 2003; Nauta et al., 2006; Rozzi et al., 2007; Ahlman et al., 2011; Horn et al., 2012).

A agricultura ecolóxica, en toda a súa amplitude, debe concebirse como parte dun sistema de produción agrario sostible e como unha alternativa á agricultura máis tradicional (Blanco-Penedo, 2008). De feito, o desenvolvemento da agricultura ecolóxica non só está ligado a un cambio no modelo agrícola (Michelsen, 2001), senón que tamén naceu a partir dunha expresión crítica coa agricultura europea e a interacción entre o ser humano e a natureza.

Isto reflexa unha sociedade con grandes preocupacións polo medioambiente, que valora a importancia da ciencia para resolver este tipo de problemas sociais (Hermansen, 2003). Por esta razón, unha das funcións básicas da agricultura ecolóxica é manter e estimular o desenvolvemento rural, creando un sistema ligado á terra que sexa autosuficiente e que permita a sostibilidade a longo prazo (Nauta et al., 1999, Rosati e Aumaitre, 2004).

2. EVOLUCIÓN DA AGRICULTURA ECOLÓXICA

A agricultura ecolóxica medrou de xeito rápido nas últimas décadas, conseguindo unha importante cuota de mercado (Ahlman, 2010) debido á maior demanda dos consumidores (Alroe e Noe, 2008). Con todo, non é un concepto novo senón que naceu no ano 1924 no seo dunha asociación privada, na que se crearon unhas directrices para formalizar un sistema de produción alternativo ó crecemento e á produción convencional intensiva, que comezaba a aparecer nese momento (Schaumann, 1995). Nesta época foi cando se consolidou a industrialización da agricultura medrando o uso de fertilizantes e pesticidas, polo que en parte, este novo concepto de agricultura naceu como reacción fronte á intensificación dos sistemas agrícolas (Lund, 2002; Hermansen. 2003; Von Borell e Sorensen, 2004).

Ó longo do tempo, a agricultura ecolóxica nutriuse de diversas ideoloxías ata conseguir o que hoxe son as súas bases e principios. Tendo en conta a evolución da agricultura ecolóxica no último século e medio, podemos describir diferentes etapas no desenvolvemento deste sistema produtivo.

- A agricultura biodinámica é un concepto previo á agricultura ecolóxica pero que reunía moitos dos principios que hoxe conforman a agroecoloxía. Naceu no ano 1924 liderada por Rudolf Steiner (1861-1925), tamén creador da Antroposofía. A agricultura biodinámica fundaméntase en integrar o solo, as plantas e os animais de forma armoniosa no medio, alertando sobre o uso de produtos químicos que poden destruír a terra, considerada á súa vez como un organismo vivo. A día de hoxe, aínda que de xeito minoritario, este tipo de agricultura aínda se practica en diversos países (Byodinamics, 2014).
- No ano 1940, o botánico Albert Howard (1873-1947) publicou o libro *Testamento Agrícola*, convertíndose nun dos textos clásicos de agricultura ecolóxica. É considerado como o pai da agricultura ecolóxica e difundiu os seus coñecementos a través da “Soil Association” de Reino Unido e do “Rodale Institute” de Estados Unidos (IFOAM, 2013).
- Entre as décadas dos anos 40 e 70 produciuse un claro enfrontamento entre os partidarios da agricultura ecolóxica e os da convencional (Heckman, 2006). Foi en 1960 cando se reactivou o movemento de oposición á gandería intensiva, propoñendo de novo unha forma máis natural de producir (Padel et al., 2004).
- En 1970 fundouse a Federación Internacional dos Movementos da Agricultura Ecolóxica (IFOAM) e quedou establecido o concepto de agricultura ecolóxica moderno, así como as directrices básicas de produción ecolóxica animal e vexetal (Hermansen, 2003).

- Nos anos 80 continuou medrando o interese polos métodos de produción ecolóxica, pero non foi ata os 90 cando as granxas ecolóxicas alcanzaron a súa etapa de madurez. Isto coincidiu co momento no que comezou a regularse a produción ecolóxica e os gobernos apoiaron con mellores prezos o que se producía en ecolóxico (Woodward, 1988). Foi tamén neste momento cando a saúde comezou a ser unha preocupación debido ás crisis sanitarias dos produtos de orixe animal (Kirk et al., 2002), polo que se produciu un crecemento no consumo de produtos ecolóxicos, considerados de maior seguridade alimentaria (Von Borell e Sörensen, 2004).
- A finais dos anos 90, os países membros da UE (Unión Europea) formaron a NAHWOA (Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture), un proxecto fundado pola Comisión Europea (CE) co obxectivo de crear unha plataforma que unise a aquelas organizacións dedicadas á investigación e ó fomento da gandería ecolóxica (NAHWOA, 2001). Convertiuse nun foro de discusión sobre saúde, benestar animal e as súas interrelacións dentro do sector da gandería ecolóxica, co obxectivo de desenvolver novas directrices para a creación de leis para a regulación da produción ecolóxica (Hovi et al., 2003).

3. NORMATIVA ECOLÓXICA

A agricultura ecolóxica atópase regulada en España dende o ano 1989, cando se aprobou o Regulamento da Denominación Xenérica “Agricultura Ecolóxica”, que se aplicou ata a entrada en vigor do Regulamento Europeo (CEE) 2092/91 sobre a produción agrícola ecolóxica e a súa indicación nos produtos agrarios e alimenticios. Nese momento, o único encargado de controlar a produción ecolóxica en todo o territorio nacional era un único Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica. Posteriormente no ano 1993, un Real Decreto (1852/1993) establece un novo regulamento de agricultura ecolóxica, baseado no regulamento anterior. Foi neste momento cando as Comunidades Autónomas comezaron a asumir as competencias no control deste sistema de produción.

O regulamento do ano 1991, coas posteriores modificacións estivo vixente ata o ano 2007, momento no que se publicou o Regulamento (CEE) 834/2007 do Consello sobre a produción e etiquetado dos produtos ecolóxicos e o Regulamento (CEE) 889/2008 polo que se establecen as disposicións do anterior regulamento no que se refire a importacións de produtos ecolóxicos procedentes de terceiros países.

Grazas á regulamentación no campo da agricultura e gandería ecolóxica garantiuse que todos os produtores que cumpran os requisitos para producir en ecolóxico deban estar inscritos no organismo de control competente de cada país (Blanco-Penedo, 2008). No caso de España, son os Consellos ou Comités de Agricultura Ecolóxica territoriais os que se encargan do control da certificación da produción agraria ecolóxica. Estes organismos dependen das Consellerías ou Departamentos de Agricultura das Comunidades Autónomas ou das Direccións Xerais adscritas ás mesmas. No noso caso, en Galicia é o CRAEGA (Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia) o organismo que controla e certifica as producións ecolóxicas da comunidade (CRAEGA, 2014). En España, existen tamén excepcións

nas que os organismos controladores son institucións privadas autorizadas como é o caso de Andalucía, Castela a Mancha e Aragón.

O etiquetado dos produtos ecolóxicos é o encargado de garantir de forma oficial que o produto é ecolóxico e que cumpre coas normas establecidas no Regulamento (CE) 834/2007. Como distintivo para o consumidor, todos os produtos deben levar impreso o logotipo da Unión Europea e un código numérico correspondente á entidade encargada do control do produto, ademais da propia marca e os termos específicos da produción ecolóxica. Dende o ano 2010, tal e como figura na normativa, debe incluírse o impreso do logo comunitario da Agricultura Ecolóxica (Figura 1).



Figura 1. Modelo de etiqueta para os produtos ecolóxicos onde se debe incluír o logo comunitario da Agricultura Ecolóxica Europea e o logo do Consello Regulador encargado da certificación en cada Comunidade Autónoma (exemplo de Galicia).

Actualmente, estase a traballar nun novo regulamento sobre produción e etiquetado dos produtos ecolóxicos. Non se coñece moito do texto deste novo regulamento pero de forma xeral intentará armonizar e simplificar as normas de produción e fortalecer os sistemas de control para evitar o fraude. O texto aínda non foi aprobado polo Comité Especial de Agricultura (CEA) e posteriormente deberá ser aprobado tamén polo Consello e o Parlamento Europeo. Espérase que entre en vigor a partir do 1 de xullo do ano 2020 (European Council, 2017).

4. A IFOAM E OS PRINCIPIOS DE AGRICULTURA ECOLÓXICA

A IFOAM é a Federación Internacional dos Movementos da Agricultura Ecolóxica cuxo obxectivo é guiar, unir e axudar ó movemento ecolóxico en toda a súa diversidade. Pretende

buscar un sistema ecolóxico que sexa social e economicamente viable a nivel mundial (IFOAM, 2017).

No ano 2005, despois da Asemblea Xeral da IFOAM, propuxéronse buscar unha definición completa da agricultura ecolóxica o que levou á creación dos catro principios da agricultura ecolóxica. Débese ter en conta que estes principios sirven para inspirar o movemento ecolóxico en toda a súa diversidade, polo que están formulados nun sentido amplo, que permita que sexan adoptados en todo o mundo. Cada rexión conta con características diferentes tanto a nivel climático, dos recursos económicos, as enfermidades e incluso a estrutura e o tamaño dos rebaños, se falamos de gandería, polo que os principios deben poder aplicarse a nivel local, rexional ou nacional (Vaarst et al., 2006). Isto provoca á súa vez que existan diversas interpretacións destes principios básicos e que polo tanto, a execución práctica sexa complicada (Chander et al., 2011).

A agricultura ecolóxica baseáse nos catro principios básicos da IFOAM: o principio de saúde, o principio de ecoloxía, o principio de equidade e o principio de precaución. Cada un dos principios formúlase como unha declaración seguida dunha explicación (IFOAM, 2005).

Principio de Saúde: “A agricultura ecolóxica debe soster e promover a saúde do solo, das plantas, dos animais, das persoas e do planeta como unha única e indivisible”.

Con este principio indícase que a saúde dos individuos e as comunidades non se debe separar da saúde dos ecosistemas. Un solo saudable produce á súa vez cultivos saudables que fomentan a saúde dos animais e das persoas. A saúde é o todo e é tamén a integridade dos seres vivos. O termo saúde non significa só ausencia de enfermidade, senón tamén o mantemento do benestar físico, mental, social e ecolóxico. A inmunidade, a capacidade de recuperación e a rexeneración, son características clave da saúde.

O papel da agricultura ecolóxica, ben sexa a nivel de produción, procesamento, transformación ou distribución, debe ter como obxectivo mellorar a saúde dos ecosistemas e organismos ó longo da cadea trófica ata os seres humanos. En particular, a agricultura ecolóxica ten como finalidade producir alimentos de alta calidade nutricional que promovan o coidado preventivo da saúde e o benestar. Polo tanto, débese evitar o uso de fertilizantes, praguicidas, produtos veterinarios e aditivos en alimentos que poidan ocasionar efectos adversos na saúde.

Principio de Ecoloxía: “A agricultura ecolóxica debe estar baseada en sistemas e ciclos ecolóxicos vivos, traballar con eles, emulalos e axudar a sostelos”.

Este principio introduce a agricultura ecolóxica dentro dos sistemas ecolóxicos vivos. Establece que a produción debe estar baseada en procesos ecolóxicos e na reciclaxe. A nutrición e o benestar lógranse a través da ecoloxía do entorno produtivo específico. Así por exemplo no caso dos cultivos é o solo, para os animais é o ecosistema da granxa e para os peixes e organismos mariños é o ambiente acuático.

Os sistemas de agricultura ecolóxica, pastoreo e aproveitamento dos produtos silvestres deben axustarse ós ciclos e equilibrios da natureza. Estes ciclos son universais, pero o funcionamento depende do lugar específico. O manexo ecolóxico debe adaptarse ás condicións locais. As entradas deben ser reducidas mediante a reutilización, o manexo eficiente dos materiais e da enerxía para conseguir manter e mellorar a calidade ambiental e a conservación de recursos.

A agricultura ecolóxica debe lograr o equilibrio a través do deseño de sistemas agrarios, o establecemento de hábitats e o mantemento da diversidade xenética e agrícola. Aqueles que comercialicen, transformen ou consuman produtos ecolóxicos deben protexer e beneficiar o ambiente común que inclúe paisaxes, hábitat, biodiversidade, aire e auga.

Principio de equidade: “A agricultura ecolóxica debe basearse en relacións que aseguren a equidade con respecto ó ambiente común e ás oportunidades de vida”.

A equidade está caracterizada pola igualdade, o respecto, a xustiza e a xestión responsable do mundo compartido, tanto entre humanos como nas súas relacións con outros seres vivos. Este principio enfatiza que todos aqueles involucrados na agricultura ecolóxica deben conducir as relacións humanas de tal maneira que aseguren xustiza a todos os niveis e a todas as partes: produtores, traballadores agrícolas, transformadores, distribuidores, comercializadores e consumidores. A agricultura ecolóxica debe proporcionar a todos aqueles involucrados unha boa calidade de vida, contribuír á soberanía alimentaria e á redución da pobreza.

A agricultura ecolóxica ten como obxectivo producir alimentos de calidade e outros produtos en cantidade suficiente. Sempre se lle debe otorgar ós animais as condicións de vida que sexan acordes coa súa fisioloxía, comportamento natural e benestar. Os recursos naturais e ambientais utilizados para a produción e o consumo deben ser xestionados de tal maneira que sexa xusto a nivel social e ecolóxico, debendo manter o legado para futuras xeracións.

A equidade require de sistemas de produción, distribución e comercio abertos e xustos que teñan en conta os verdadeiros custos ambientais e sociais.

Principio de Precaución: “A agricultura ecolóxica debe ser xestionada dunha maneira responsable e con precaución para protexer a saúde e o benestar das xeracións presentes e futuras”.

A agricultura ecolóxica é un sistema vivo, dinámico que responde a demandas e condicións internas e externas. Aqueles que practican a agricultura ecolóxica poden incrementar a eficiencia e a produtividade sempre que non se vexa comprometida a saúde e o benestar. Debido a que só existe un coñecemento parcial dos ecosistemas e da agricultura, débese ter en conta a precaución.

Este principio establece que a precaución e a responsabilidade son elementos clave na xestión, desenvolvemento e elección das tecnoloxías para a agricultura ecolóxica. A

ciencia é necesaria para asegurar que a agricultura ecolóxica sexa saudable, segura e ecolóxicamente responsable. Ademais do coñecemento científico, a experiencia práctica, a sabiduría acumulada e o coñecemento local e tradicional ofrecen tamén solucións válidas comprobadas polo tempo.

A agricultura ecolóxica debe previr os riscos importantes adoptando tecnoloxías apropiadas e rexeitando as impredecibles, como é o caso da enxeñaría xenética. As decisións deben reflexar os valores e as necesidades de todos os posibles afectados, a través de procesos transparentes e participativos.

Ademais destes catro principios, a IFOAM plantexa dezasete obxectivos dos que só tres se refiren á produción gandeira. O primeiro dos obxectivos baséase no mantemento da biodiversidade, o principal desafío segundo este organismo para as granxas ecolóxicas. O segundo céntrase no benestar animal indicando que é necesario ofrecer ó gando a liberdade para alcanzar o seu comportamento natural. Finalmente, o terceiro dos obxectivos busca que os sistemas ecolóxicos promovan o equilibrio entre os cultivos e o gando, facendo ciclos de nutrientes cerrados e sostíbles (Hovi et al., 2003).

Con estas ideas, a IFOAM pretende establecer as bases que toda normativa de produción ecolóxica debe seguir. Con todo, existe preocupación polo feito de que a normativa non incorpore de xeito adecuado os principios e obxectivos da gandería ecolóxica ós textos da lexislación. De feito, os principios de Saúde e Ecoloxía están incluídos nos puntos da lexislación ecolóxica, mentres que os principios de Equidade e Precaución non están representados (Blanco Penedo, 2008).

5. AS CIFRAS DA AGRICULTURA E GANDERÍA ECOLÓXICA

A agricultura ecolóxica medrou de xeito exponencial na última década, motivada polo incremento no interese dos consumidores polos produtos ecolóxicos xunto co interese de moitos produtores agrícolas de converterse a produción ecolóxica. As axudas de financiación de moitos gobernos tamén favoreceron e estimularon o crecemento deste sector (Hermansen, 2003; Mogensen, 2005). No ano 2000, a agricultura ecolóxica só estaba presente en 86 países do mundo (Chander et al., 2011), mentras que no ano 2017 contábase con 179 países nos que se producían produtos ecolóxicos (IFOAM, 2017).

No ano 2015 o total de hectáreas cultivadas en réxime ecolóxico era de 50,9 millóns, cun crecemento de 6,5 millóns de hectáreas con respecto ó ano 2014. Australia é o país coa maior área de agricultura ecolóxica (22,7 millóns de hectáreas), seguida de Arxentina (3,1 millóns de hectáreas) e dos Estados Unidos (2 millóns de hectáreas). O 45% da terra cultivada en réxime ecolóxico está en Oceanía, seguida por Europa (25%) e América Latina (13%). O número de produtores ascende a 2.4 millóns e alcázanse unhas cifras de mercado de aproximadamente 75 billóns de euros (81,6 billóns de dólares) (IFOAM, 2017).

5.1. A AGRICULTURA ECOLÓXICA EN EUROPA

A área total de produción ecolóxica na Unión Europea (UE) foi de 11,1 millóns de hectáreas no ano 2015 observando un incremento entre o ano 2010 e 2015 do 21%. Este crecemento non foi uniforme en toda a UE senón que por exemplo, países como Croacia e Bulgaria rexistraron crecementos por riba do 100%. En xeral a tendencia de todos os países foi o crecemento, excepto no caso do Reino Unido, onde se rexistrou un descenso de 29.1% (EUROSTAT, 2016).

Dentro dos estados membros, os países que teñen maior área destinada a produción ecolóxica son España (18%), Italia (13%), Francia (12%) e Alemaña (10%) representando entre eles máis do 50% da área total destinada a produción ecolóxica da UE (EUROSTAT, 2016).

En canto á importancia da produción gandeira ecolóxica en relación á produción convencional, Austria conta coa maior porcentaxe de ovellas e cabras (33% do total de produción) e de porcino (2.8%), mentras que Suecia lidera a produción bovina tendo o 20% do gando vacún mantido en réxime ecolóxico. No caso do vacún leiteiro, volve a ser Austria o país cunha maior porcentaxe de animais en ecolóxico (32%) en relación ós convecionais (EUROSTAT, 2016).

En números totais, o sector do vacún e do ovino son os que presentan un maior número de animais en produción ecolóxica. Os últimos datos publicados indicaban que existían 3.709.233 cabezas de gando vacún en ecolóxico, dos cales máis do 30% se atopaban en Alemaña e Francia. No caso do gando ovino, o número de animais era de 4.485.075 distribuídos na súa maioría entre o Reino Unido, Italia, Grecia, España e Francia. A produción ecolóxica baseada en ruminantes desenvolveuse máis rapidamente que outros sectores gandeiros debido á facilidade de obtención de alimentación en ecolóxico (xa que os pastos poden ser facilmente convertidos á produción ecolóxica). Noutros sectores como no caso da avicultura e o porcino, o número de animais en ecolóxico é menor debido a que teñen unha maior dependencia da dispoñibilidade de grans e pensos compostos ecolóxicos (Rosati and Aumaitre, 2004). Aínda así, o sector porcino representa o terceiro lugar en canto a número de animais cun total de 978.559, atópandose a maioría en Dinamarca, Francia e Alemania (EUROSTAT, 2016).

O número total de produtores ecolóxicos na UE era de 268.292 no ano 2015, estando a maioría en Italia (19,4%), España (12,8%), Francia (10,6%) e Alemaña (9,2%). En relación ó número total de produtores, Austria é o país cunha maior porcentaxe de produtores ecolóxicos fronte ós convencionais (aproximadamente o 15% do total), seguido pola República Checa (10%) e Estonia (8%) (EUROSTAT, 2016).

5.2. A AGRICULTURA ECOLÓXICA EN ESPAÑA E GALICIA

Do mesmo xeito que na maior parte de Europa, en España o ascenso da gandería prodúcese a partir da creación da normativa europea sobre produción ecolóxica, o Regulamento (CEE) 2092/91. É a partir do ano 2000 cando comeza un proceso de crecemento máis ou menos

sostido e que leva á súa multiplicación en case 3 veces no período 2000-2015 (MAPAMA, 2016).

No ano 1991 existían en España só 346 produtores ecolóxicos, mentres que no ano 2015 o número ascendía a 34.673. O número de elaboradores e transformadores tamén medrou considerablemente dende os 50 a case 3.500 operadores. Aparellado a este incremento vai tamén o aumento do terreo destinado a produción ecolóxica, que pasou de aproximadamente 4.000 hectáreas a case 2 millóns no ano 2015. Andalucía é a comunidade autónoma cun maior número de produtores ecolóxicos (12.764) mentras que Galicia, con tan so 557 produtores, queda relegada ó décimo posto.

Centrándose na produción gandeira ecolóxica, España conta con 7.553 explotacións gandeiras das cales máis da metade se atopan concentradas en Andalucía. Galicia é a cuarta comunidade autónoma en canto a número de explotacións gandeiras ecolóxicas, contando cun total de 263. As explotacións de bovino representan o 47% das ganderías ecolóxicas de España, cun total de 190.224 cabezas de gando, das cales só un 2,5% se refiren a vacún leiteiro. En Galicia concéntrase máis do 40% das cabezas de gando vacún leiteiro (2.155 animais) en 40 explotacións gandeiras (MAPAMA, 2016).

No ano 2015, a cantidade de leite ecolóxico producido foi de máis de 13.000 toneladas de litros, dos cales preto da metade se produciron en Galicia. O leite representou en Galicia no ano 2015 o maior volume de negocio en canto a produtos ecolóxicos, alcanzando preto dos 10 millóns de euros (CRAEGA, 2016).

6. ESPECIFICACIÓNS EUROPEAS RELATIVAS Á PRODUCCIÓN GANDEIRA ECOLÓXICA

O marco legal para a produción gandeira ecolóxica en España ven dado pola normativa Europea, mencionada con anterioridade. Na actualidade son de aplicación obrigatoria as seguintes normativas:

- Regulamento (CE) 834/2007 do Consello do 28 de xuño de 2007 sobre produción e etiquetado dos produtos ecolóxicos polo que se deroga o Regulamento (CEE) 2092/91.
- Regulamento (CE) 889/2008 da Comisión do 5 de setembro de 2008 polo que se establecen as disposicións de aplicación do Regulamento (CE) 834/2007 do Consello sobre produción e etiquetado dos produtos ecolóxicos, con respecto á produción ecolóxica, o seu etiquetado e control.

Ambos regulamentos pretenden establecer as directrices básicas para todos os tipos de produción ecolóxica. A continuación, relátanse as especificacións relacionadas coa produción gandeira ecolóxica, centrándose naqueles aspectos que afecten á produción de gando vacún leiteiro.

A gandería ecolóxica debe someterse a rigurosas normas de benestar animal e responder ás necesidades de comportamento propias de cada especie, mentres que a atención veterinaria debe basearse na prevención de enfermidades. Neste sentido debe prestarse atención especial ás condicións de estabulación, ás prácticas pecuarias e á carga gandeira. Por outra

parte, a elección das razas debe ter en conta a súa capacidade de adaptación ás condicións locais.

- **No relativo á orixe dos animais**, o gando ecolóxico debe nacer e medrar en explotacións ecolóxicas. A efectos de cría, poderán levarse animais de cría non ecolóxica a unha explotación, en condicións específicas. Eses animais e os seus produtos deberán superar un período de conversión. Preferentemente utilizaranse animais de razas que se adapten ás condicións do entorno e con resistencia ás enfermidades. Deberá darse preferencia a razas e estirpes autóctonas.
- **No relativo ás prácticas pecuarias e condicións de estabulación**, o persoal deberá ter coñecementos básicos en materia de saúde e benestar animal. A carga gandeira e as condicións de estabulación deberán axustarse ás necesidades de desenvolvemento, fisiolóxicas e etolóxicas dos animais. Ademais o animal debe ter acceso a zonas ó aire libre, preferiblemente pastizais. Queda prohibida a produción gandeira sen terreos.

O número de animais será limitado para minimizar o sobrepastoreo, o deterioro, a erosión e a contaminación do solo causada polos animais ou os seus excrementos (máximo 170 kg de nitróxeno anuais por hectárea). Os animais ecolóxicos deben permanecer separados, aínda que poderán pastorear en zonas comunais sempre e cando non se tratan con produtos non autorizados para a produción ecolóxica.

O sufrimento dos animais reducirase ó mínimo mediante a aplicación da anestesia e analgesia adecuada e a execución deberá ser realizada por personal cualificado. Queda prohibida a realización do descornado, corte de rabo e de dentes, excepto por motivos de seguridade, benestar animal e hixiene do gando.

O tempo de transporte dos animais debe reducirse ó mínimo e queda prohibido o uso de tranquilizantes alopáticos. Queda temen prohibido o uso de sistemas de estimulación eléctrica.

- **No relativo á reprodución**, débense usar métodos naturais aínda que se permite a inseminación artificial. Prohíbese o uso de hormonas para efectos reprodutivos, quedando só permitidas con efectos terapéuticos. Non se permite a clonación nin a transferencia de embrións. Débense escoller razas adaptadas a cada zona e produción.
- **No relativo á alimentación**, esta debe proceder da propia explotación (mínimo 60%) ou doutras explotacións da mesma rexión e debe ser de orixe ecolóxico. O gando debe ter sempre acceso permanente a pastos ou forraxes, o que debe representar cando menos un 60% do total da ración (50% durante os 3 primeiros meses de lactación no bovino de leite). Non está permitido o uso de organismos xenéticamente modificados. Os mamíferos en fase de cría deben alimentarse con leite natural, preferiblemente materno, durante un período mínimo de 3 meses para os bovinos.
- **No relativo á prevención de enfermidades e ó tratamento veterinario**, a prevención de enfermidades basearase na selección de razas, nas prácticas pecuarias, alimentación de alta calidade, carga gandeira adecuada e estabulación adecuada con boas condicións

hixiénicas. Queda prohibido o uso de tratamentos alopáticos de síntese química para a prevención.

As enfermidades deberán tratarse inmediatamente para evitar o sufrimento dos animais. Poderán usarse medicamentos alopáticos de síntese, incluídos antibióticos, cando sexa necesario e baixo condicións estritas, sempre e cando o uso de produtos fitoterapéuticos, homeopáticos e de outros tipos non resulte apropiado. Está permitido o uso de tratamentos inmunolóxicos.

Queda prohibido o uso de estimulantes do crecemento (hormonas, coocidiostáticos, antibióticos,...).

Cando un animal reciba máis de 3 tratamentos con medicamentos veterinarios alopáticos de síntese química ou antibióticos nun período de 12 meses, os animais e os produtos derivados dos mesmos non poderán venderse como produtos ecolóxicos e deberán someterse de novo ós períodos de conversión.

O tempo de espera para a venda de produtos procedentes dun animal tratado será do dobre en relación ó tempo de espera publicado. Se non se establece, será de 48 horas.

- **No relativo á limpeza e desinfección dos locais**, só se poderán utilizar produtos de limpeza e desinfección autorizados.

Este puntos resumen as especificacións básicas que esixe a normativa para a produción gandeira ecolóxica. Son os organismos territoriais, no caso de Galicia o CRAEGA, os encargados de velar porque estas normas se cumpran e garantir a certificación das producións ecolóxicas.

7. ASPECTOS SANITARIOS DO GANDO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCCIÓN ECOLÓXICA

A produción gandeira ecolóxica busca obter alimentos de alta calidade buscando o maior benestar e a saúde dos animais de produción. Polo tanto, manter un adecuado estado sanitario dos rebaños ecolóxicos é un dos principais obxectivos dos produtores. Os problemas sanitarios que afectan ó gando vacún leiteiro en produción ecolóxica non difiren de forma sustancial en relación ós da produción convencional, aínda que a incidencia das enfermidades varíe dependendo do sistema produtivo. Deste xeito a mamite, a infertilidade, as coxeiras, as infeccións parasitarias e outras enfermidades endémicas como son a diarrea vírica bovina (BVD) ou a rinotraqueite infecciosa bovina (IBR) son problemas habituais presentes an ambos tipos de granxas (Marley et al., 2010; Alhman et al., 2011; Ellis, 2015). É difícil saber con exactitude se o risco de presentar ou non unha enfermidade se atopa asociado ó sistema de manexo (ecolóxico ou convencional) ou ben simplemente son factores propios das características de cada granxa. Por exemplo, existen diversos factores de risco que non son específicos da produción ecolóxica é influen de xeito claro na saúde dos animais como son a idade, o nivel produtivo, a xenética, as condicións medioambientais ou a estabulación (Ruegg, 2009).

O que é indiscutible é que o manexo das enfermidades e dos plans sanitarios é claramente diferente entre o sistema ecolóxico e o sistema convencional, motivado polas especificacións que a normativa europea indica para o gando ecolóxico. Dentro destas especificacións, a restrición no uso de tratamentos (especialmente os antibióticos) e a prohibición de usar tratamentos preventivos coloca á mamite como unha das preocupacións máis importantes do sector leiteiro ecolóxico (Ruegg, 2009). Por outra banda, debido á obrigatoriedade de manter os animais en pastoreo e tamén á prohibición dos tratamentos profilácticos, os problemas parasitarios preséntanse como outra das causas fundamentais de perdas produtivas, e polo tanto de preocupación nas explotacións leiteiras en ecolóxico (Cabaret, 2003).

7.1. A SAÚDE DO UBRE

A mamite é a enfermidade máis frecuente na gandería de produción de leite (Von Borell e Sorensen, 2004) e representa un dos maiores custos para o gandeiro. Estes custos son debido tanto ás perdas produtivas que se ocasionan, ó gasto en tratamentos para a mamite, o tempo de supresión dos tratamentos e ó leite que se descarta durante este tempo, ó incremento da taxa de reemplazo, así como ás sancións e reducións no pagamento do leite cando non se acadan os estándares indicados (Dohho e Martin, 1984; Fetrow et al., 1991; Roesch et al., 2007). Ademais, a mamite representa o principal uso de antibióticos nas granxas leiteiras convencionais (Pol e Ruegg, 2007).

7.1.1. Dinámica da infección mamaria e axentes causais

A glándula mamaria pode considerarse dentro dunha destas tres categorías: non infectada, infectada subclínicamente e infectada clínicamente. A proporción de animais que se atopan dentro destas categorías varía dependendo do rebaño e permite coñecer o estado sanitario do mesmo.

O patóxeno implicado na mamite fai que a dinámica de infección sexa moi variable: por exemplo as mamites por coliformes rapidamente se converten en mamite clínica, mentres que no caso de *Staphylococcus aureus* a infección pode persistir en estadio subclínico semanas ou meses (Bannerman, 2009; Schukken et al., 2011).

A glándula mamaria presenta unha serie de mecanismos de defensa para evitar a infección. Un dos máis importantes é a fagocitose dos axentes bacterianos por medio de polimorfonucleares. A canle do teto é o mecanismo primario de defensa do ubre permitindo que permaneza estéril. Esta canle está queratinizada o que evita que as bacterias penetren no ubre. Defectos na rutina ou na máquina de muxido poden facer que se altere o conducto do teto e polo tanto se rompa a barreira protectora (Edmonson e Bramley, 2001). A colonización ou infección da canle do teto é habitual con patóxenos como *S. aureus* ou *Streptococcus dysgalactiae*. Estas colonizacións poden persistir por longos períodos de tempo sen provocar infección intramamaria, por iso é importante a prevención mediante a desinfección post-muxido. *Corynebacterium bovis*, diferentes staphylococcus coagulasa-negativos e incluso anaerobios tamén se illaron da canle do teto. Os microorganismos medioambientais como son

os coliformes e *Streptococcus uberis* raramente colonizan o conduto do teto o que é importante cara a patoxénese do proceso (Hogan e Smith, 2012).

Os microorganismos causantes de mamite poden clasificarse en dous grupos: contaxiosos e ambientais. A mamite contaxiosa caracterízase porque os microorganismos se atopan no conduto de teto e a transmisión dos mesmos ocorre durante o muxido. A maioría destas infeccións son subclínicas e poden previr-se con correctas rutinas de ordeño. Un rebaño cun recuento de células somáticas (RCS) promedio superior a 200.000 cel/ml indica de forma probable un problema de mamite contaxiosa (Makovec e Ruegg, 2003). A mamite ambiental caracterízase porque o medio que rodea ós animais é o reservorio principal dos patóxenos. A colonización prodúcese fóra do momento do muxido, pero a infección prodúcese no momento da manipulación do ubre durante o muxido. A maioría das infeccións son clínicas e a prevención baséase en manter o ambiente limpo, as camas dos animais en estado correcto e unha adecuada rutina de muxido (Shum et al., 2009). Por outra banda, debemos destacar as denominadas mamite de verán, caracterizadas por enfermidade de curso agudo de animais que non están en lactación (xovencas e vacas secas) (Edmonson e Bramley, 2001). Os axentes implicados en cada un dos tipos de mamite están resumidos na Táboa 1.

Táboa 1. Resumo dos principais axentes patóxenos implicados nos diferentes tipos de mamite: mamite contaxiosa, mamite ambiental e mamite de verán.

Mamite contaxiosa	Mamite ambiental	Mamite de verán
<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus agalactiae</i> <i>Mycoplasma spp.</i> <i>Corinebacterium bovis</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus uberis</i> <i>Staph. coagulasa-negativo (CNS)</i> <i>Klebsiella spp.</i> <i>Bacillus spp.</i>	<i>Arcanobacterium pyogenes</i> <i>Peptococcus indolicus</i>

7.1.2. Control da mamite

O manexo e tratamento da mamite nos sistemas convencionais está ben estandarizado sendo un dos piares da prevención da mesma o uso de terapias de secado con antibióticos en todos os animais ó final da lactación (NMC, 2006). En produción ecolóxica o control desta patoloxía non está tan estandarizado e non se permiten as terapias de secado preventivas e o uso de tratamentos atópase limitado. Por esta razón, a mamite é un dos retos máis importantes da produción leiteira ecolóxica (Bennedsgaard et al., 2003).

As medidas preventivas representan o principal método para controlar a mamite nas granxas ecolóxicas. Entre elas destacan o correcto estado da máquina de muxido, unha adecuada rutina de muxido e a hixiene dos animais e do entorno. A detección precoz de animais con altos RCS (principal indicador de saúde da ubre) e mamite subclínica ou a detección de

animais con mamite clínica para o seu tratamento, tamén son esenciais para manter a saúde do ubre do rebaño (Ellis et al., 2007).

O tratamento de secado con antibióticos non é unha opción válida nas granxas ecolóxicas, aínda que si está permitido o seu uso en casos individuais en función dos RCS e do historial previo de mamite. O uso de seladores de pezóns durante o secado convértese nunha medida viable nos animais en produción ecolóxica e que parece efectiva para reducir as mamites adquiridas durante o período de secado. A Figura 2 presenta unha opción de manexo dos animais durante o secado para previr a mamite nos animais en ecolóxico.

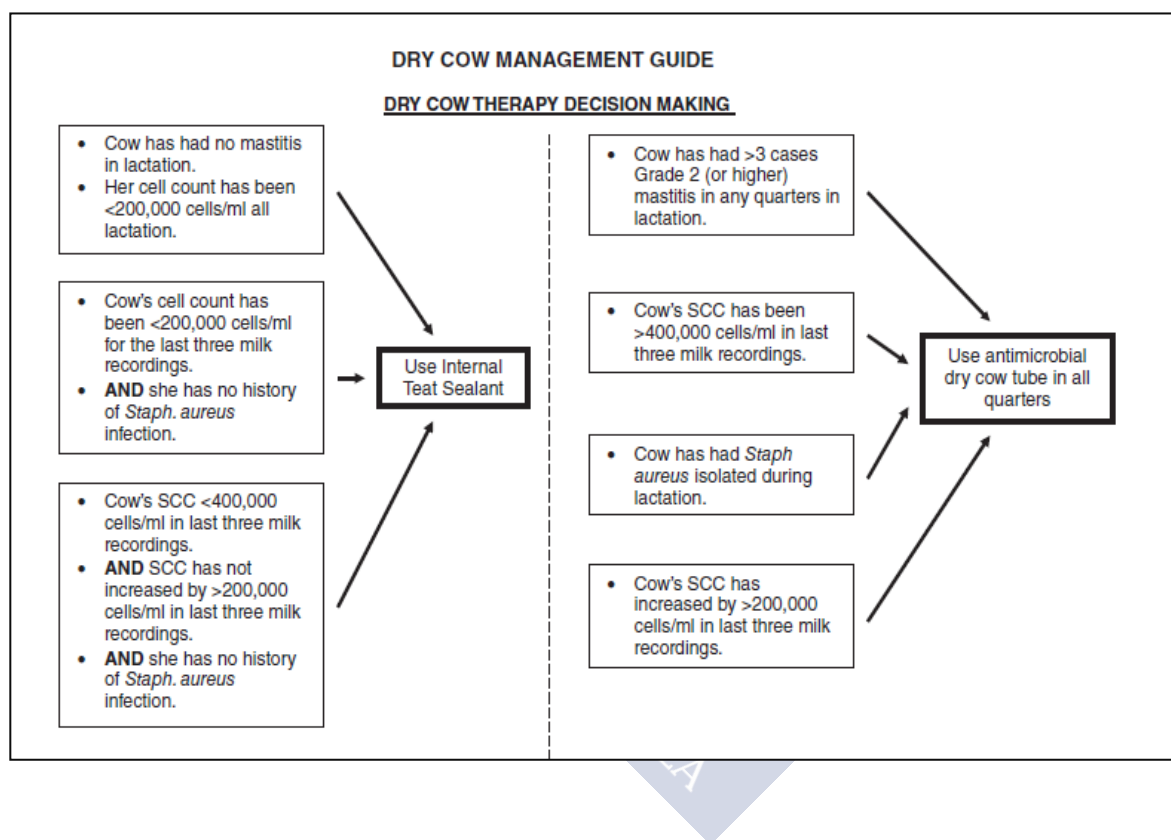


Figura 2. Guía para a toma de decisións para a realización de terapias de secado selectivas en granxas leiteiras ecolóxicas (Ellis, 2015).

No caso do tratamento da mamite, tal e como se explica na lexislación, o uso de antibióticos está limitado e favorécese o uso de terapias alternativas como son a homeopatía ou a fitoterapia (EC, 2007). Este tipo de terapias son usadas, en diferente grao, en diversos países a pesar da súa controversia. A súa efectividade, especialmente a da homeopatía non está comprobada polo que un uso racional e rápido dos antibióticos no inicio da mamite pode tamén axudar á redución dos mesmos (Ellis, 2015). Existen tamén outras terapias de soporte que poden ser aplicadas, como son as masaxes do ubre ou o muxido dos cuartos afectados, que de forma habitual alivian os signos clínicos dos animais enfermos. Un estudo realizado no

Reino Unido mostrou que o 100% das granxas convencionais usaron antibióticos para o tratamento da mamite, mentras que no caso das ecolóxicas só o fixeron o 40% (Hovi, 2001). A principal alternativa ós antibióticos foron os tratamentos homeopáticos (usados en máis do 50% das granxas ecolóxicas) seguido dos linimentos (pomadas a base de aceites ou graxas que se aplican con masaxes), o muxido frecuente ou a infusión intramamaria de aloe. No caso das granxas holandesas ecolóxicas, máis do 50% dos produtos usados no tratamento da mamite foron clasificados como convencionais mentres que os alternativos alcanzaron o 43%, incluíndo diversas pomadas de orixe vexetal e tamén remedios homeopáticos (Kijlstra e Van der Werf, 2005). En Dinamarca, algúns gandeiros ecolóxicos introducíronse nun programa de redución do uso de antibióticos, de modo que para o manexo da mamite optaron polo secado dos cuartos con mastite crónica, así como o uso das vacas con mamite ou altos RCS como “*nurse cows*”, termo inglés que define ás vacas encargadas de amamentar os becerros doutros animais. Deste xeito mantense o ubre baleiro favorecendo a curación do mesmo (Vaarst et al., 2006).

Por outra banda, existen diversos estudos que comparan a incidencia de mamite entre granxas ecolóxicas e convencionais sen alcanzar un acordo entre eles: algúns indicaron que a incidencia de mamite era maior nas granxas ecolóxicas (Hovi e Roderick, 2000; Hamilton et al., 2002; Bennedsgaard et al., 2003), mentres que outros non observaron diferenzas entre ambos sistemas (Weller e Bowling, 2000; Sato et al., 2005). En relación ó RCS, existen tamén varios estudos que compararon este parámetro nos dous sistemas de produción, sen alcanzar tampouco o consenso. Algúns atoparon menores RCS en granxas ecolóxicas (Busato et al., 2000; Hamiton et al., 2006) ou moi pequenas diferenzas entre ambos sistemas (Hardeng e Edge, 2001; Rosati e Aumaitre, 2004; Sato et al., 2004; Vaarst et al. 2006; Fall et al., 2008; Haskell et al., 2009) mentres que a maioría dos traballos observaron maiores RCS nas granxas ecolóxicas ó comparalas coas convencionais (Hovi e Roderick, 2000; Zwald et al., 2004; Roesch et al., 2007; Rozzi et al., 2007; Sundberg et al., 2009). Nesta mesma línea, Nauta (2006) observou como o RCS comezaba a incrementarse despois da conversión e continuaba incrementándose ata 6 anos post-conversión.

Cabe destacar que o RCS é un parámetro que depende de moitos máis factores que o sistema de produción e o uso de tratamentos. Por exemplo, a idade do animal e polo tanto o número de lactacións é un factor que inflúe no RCS, do mesmo xeito que o estadio de lactación no que se atope o animal (Busato et al., 2000). A produción leiteira tamén se atopa relacionada co RCS, atopándose xeralmente menores RCS nas producións máis altas, debido a un factor de dilución (Rozzi et al., 2007). O tamaño da granxa, a raza do animal así como as características xenéticas ou a nutrición entre outros, son factores que tamén afectan de forma significativa ó RCS (Reneau, 1986).

7.2. INFECCIÓNS PARASITARIAS

O control parasitario na gandería convencional baséase no manexo adecuado do pastoreo e na aplicación rutinaria de axentes antiparasitarios. A restrición no uso deses axentes require cambios importantes naquelas granxas que se transforman a ecolóxico (Hovi et al., 2003). O

pasto é a principal fonte de infección das formas parasitarias, polo que o feito de que os animais en ecolóxico deban ter acceso a zonas de pastoreo, e no caso de Galicia a maior parte deles permanezan no pasto durante a maior parte do ano, fai que o risco de infección se incremente nos rebaños ecolóxicos. Os datos sobre infeccións parasitarias en gandería ecolóxica de leite son limitados, pero parecen indicar maiores niveis de infección no gando leiteiro ecolóxico e nos animais máis novos (Svensson et al., 2000; Sato et al., 2005; Ellis et al., 2011).

A maioría das infeccións parasitarias cursan como infeccións subclínicas, sen que os animais manifesten sintomatoloxía evidente. Con todo, as perdas produtivas asociadas ás infeccións parasitarias están ben documentadas tanto nos animais máis novos como nas vacas adultas (Höglund et al., 2001; Veracruyse e Claerebout, 2001; Forbes et al., 2008; Mezo et al., 2011). Por exemplo, no caso dos becerros, Höglund et al. (2001) atoparon que aqueles animais parasitados tiñan unha redución no seu peso de ata 30 kg, comparados con aqueles que non estaban parasitados. Por outra banda, no caso de vacas adultas en produción leiteira, observouse unha redución na produción diaria asociada a parasitos como é o caso de *Ostertagia ostertagia* (Forbes et al., 2008) e *Fasciola hepatica* (Mezo et al., 2011). Nas granxas ecolóxicas, barállase a opción de permitir certo grao de perdas produtivas, sen que se vexa comprometido o benestar animal, xa que o principal obxectivo deste tipo de sistemas non é maximizar a produción (Thamsborg et al., 1999).

Nos climas temperados e húmidos, como é o caso do norte de España, os parasitos que en maior medida afectan ó gando vacún leiteiro son os nematodos *Dictyocaulus viviparus* (Duncan et al., 1979; Johnson et al., 2003; Ploeger et al., 2012; Bloemhoff et al., 2014) e *O. ostertagi* (Williams e Bilkovich, 1971; Charlier et al., 2011) e o trematodo *F. hepatica* (Hope-Cawdery, 1984; Fairweather e Boray, 1999; Mezo et al., 2008). Ademais os últimos estudos realizados no norte de España mostraron que *Calicophoron daubneyi* é un trematodo que está presente de forma habitual no gando vacún debido a que comparte o mesmo hospedeiro intermediario que *F. hepatica* (*Galba truncatula*) (Díaz et al., 2007, Arias et al., 2011, González-Warleta et al., 2013).

7.2.1. *Ostertagia ostertagi*

Ostertagia ostertagi é un nematodo gastrointestinal parasito que afecta ó gando vacún localizándose principalmente no abomaso. É un dos helmintos máis importantes das zonas temperadas.

É un parasito de ciclo biolóxico directo, cuxas larvas infectantes (estadío 3) permanecen no pasto durante o inverno. Existen dous tipos de infección: a ostertaxiose tipo I ou de verán e a tipo II ou de inverno. No caso do tipo I, a infección adoita acontecer no gando vacún máis novo en pastoreo e caracterízase porque as larvas maduran sen pasar por unha fase de latencia (hipobiose). A ostertaxiose tipo II ocorre tipicamente a finais do inverno, cando as larvas xa estiveron en período de latencia dende o outono ata volverse adultos (Bowman, 2011).

A importancia deste helminto radica en que provoca abomasite crónica no gando vacún. No caso das infeccións clínicas, o animal terá diarrea acuosa, anemia e hipoproteïnemia (edema de papada). Ademais os animais presentan un estado corporal caquético e no caso dos animais máis novos poden chegar a morrer cando conteñen altas cargas parasitarias (Bowman, 2011). Por outra banda, as infeccións subclínicas caracterízanse por perdas produtivas continuadas, tanto no vacún de carne como de leite (Bloemhoff et al., 2015).

7.2.2. *Dictyocaulus viviparus*

Ó xénero *Dictyocaulus* pertencen moitos dos nematodos broncopulmonares que afectan ó gando bovino (*Dictyocaulus viviparus*), ovino (*Dictyocaulus filaria*) e ós équidos (*Dictyocaulus arnfieldi*).

Os helmintos do xénero *Dictyocaulus* son de ciclo biolóxico directo. Os adultos de *D. viviparus* viven na luz da árbore bronquial onde producen bronquite crónica e atelectasia (oclusión bronquial). Os vermes adultos poñen ovos que conteñen un embrión larvado que eclosiona antes de ser eliminado coas feces: ou ben na árbore bronquial ou ben no tracto gastrointestinal. Os ovos ou as larvas son inxeridas porque chegan á nasofarinxe debido ós accesos de tos e ó epitelio ciliar e elimínanse nas feces en forma de larva 1. No medio prodúcese a maduración a larva 2 e larva 3, estas últimas as formas infectivas. As larvas inxírense no pasto e migran a través dos linfonodos mesentéricos e do conduto torácico ata os pulmóns (Bowman, 2011).

As infeccións leves adoitan pasar desapercibidas, mentres que as infeccións masivas poden causar obstrución das vías aéreas e pneumonías graves. De forma habitual, as infeccións son de maior importancia nos animais novos que saen por primeira vez ó pasto, xa que os adultos adquiren inmunidade que os protexe fronte á enfermidade clínica (Ploeger, 2002).

7.2.3. *Fasciola hepatica*

Fasciola hepatica é un dos trematodos parasitos que afecta ós ruminantes con maior prevalencia en climas temperados e húmidos (Mas-Coma et al., 2000).

Caracterízanse por ter un ciclo biolóxico indirecto que precisa un hospedeiro intermediario para o desenvolvemento. Os adultos deste trematodo localízanse nos conductos biliares dos ruminantes e outros hospedeiros mamíferos. Os ovos chegan ó intestino coa bile e elimínanse ó exterior coas feces. Cando o ovo sae ó exterior, se se atopa nun ambiente húmido desenvólvese ata miracidio. Éste penetra nun caracol acuático (*Galba truncatula*) e forma o denominado esporocisto. Continúa o desenvolvemento dentro do caracol ata que se forma a redia, que medra ata romper a parede do esporocisto e liberarse. Finalmente, as redias evolucionan a cercarias e saen do caracol para enquistarse na superficie dunha planta e formar a metacercaria, que é a forma infectante para os ruminantes e outros mamíferos. Unha vez a inxiren, o quiste da metacercaria díxírese no intestino e o trematodo atravesa a parede intestinal ata o fígado, e finalmente os conductos biliares. Este proceso precisa de aproximadamente 3-4 meses para completarse. Esta é a razón pola que a exposición ó

parasito e a infección patente están máis separadas no tempo que para a maioría das parasitoses dos ruminantes (Bowman, 2011).

Os animais poden desenvolver dous tipos de fasciolose: a forma aguda e a forma crónica. A fasciolose aguda caracterízase por un cadro clínico grave de dor abdominal e inmovilidade debido ó trauma hepático que causa a migración das formas xuvenís polo fígado. Ademais, estas lesións causadas no fígado poden contaminarse con clostridios (sobre todo no caso das ovellas). A fasciolose crónica débese á presenza de adultos nos condutos biliares que causa adelgazamento, anemia e hipoproteïnemia cos característicos edemas (Bowman, 2011).

A infección por *F. hepatica* pode ter efectos adversos na produtividade do gando vacún leiteiro de todas as idades (redución dos ratios de crecemento ou menores producións lácteas) e pode predispoñer a outras infeccións (por exemplo salmonelose), así como actuar de xeito sinérxico con outros nematodos gastrointestinais para producir enfermidade clínica (Schweizer *et al*, 2005).

7.2.4. *Calicophoron daubneyi*

Calicophoron daubneyi é outro dos trematodos parasitos que afecta ó gando vacún de zonas temperadas. De forma tradicional estes trematodos ruminales asociábanse a áreas tropicais e sub-tropicais. Con todo, nas últimas décadas os altos niveis de *C. daubneyi* son unha preocupación na gandería europea (Malrait *et al*, 2015; Toolan *et al*, 2015; Sarginson *et al*, 2016; Jones *et al*, 2017).

Trátase dun trematodo cuxo ciclo biolóxico é similar ó de *F. hepatica* compartindo o mesmo hospedeiro intermediario (*Galba truncatula*). A maior diferenza radica en que as metacercarias se enquistan na porción anterior do intestino delgado e migran a través do abomaso, retornando ó rume, onde se atopan as formas adultas. En infeccións masivas, a migración ó rume adoita ser prolongada, provocano un cadro clínico de varios meses de duración. Unha vez no rume e no retículo, os adultos son relativamente inofensivos (Rolfe e Boray, 1987).

7.2.5. Control parasitario en granxas ecolóxicas

O control parasitario nas granxas convencionais baséase fundamentalmente nun adecuado manexo do pastoreo e no uso de antiparasitarios ou vacinas, se están dispoñibles. De forma habitual, realizáanse desparasitacións en saba a todos os animais xa que se asume que tiveron o mesmo risco de infección parasitaria (Ellis, 2015). Polo contrario, a opción de realizar tratamentos en saba non é adecuada nas granxas ecolóxicas, polo que se precisan métodos de control alternativos que permitan alcanzar un equilibrio entre a carga parasitaria e os animais (Hovi *et al*, 2003).

O manexo do pasto é un dos métodos de control máis tradicionais cuxo principio básico consiste en limitar a inxesta de formas infectivas daqueles parasitos transmitidos durante o pastoreo. As prácticas máis habituais consisten en modificar a data de saída o pasto ou a

duración da época de pastoreo, realizar lotes de pastoreo en función da idade dos animais, facer rotacións con outras especies ou modificar a frecuencia de rotación dos lotes (Thamsborg et al., 2010). As prácticas de manexo do pasto para o control parasitario están ben estudadas e en moitos casos demostraron ser relativamente exitosas no control de moitos nematodos gastrointestinais dos ruminantes (Thamsborg e Roepstorff, 2003; Waller et al., 2006), sobre todo nos lugares onde o período de pastoreo é curto. Pola contra, en áreas onde o pastoreo se estende durante todo ano non serve como medida única de control parasitario (Cabaret et al., 2002).

As estratexias de control parasitaria mediante o manexo do pastoreo poden agruparse como preventivas, partindo de baixos (ou nulos) niveis de infección tanto nos animais como nos pastos; evasivas, movendo os animais dos pastos antes de xerar niveis de contaminación elevados ou de dilución, reducindo a proporción entre animais susceptibles e resistentes (ou simplemente baixando a carga gandeira) (Thamsborg et al., 1999). A pesar dos beneficios que demostraron ter, estas estratexias non se adoptan de forma habitual nos rebaños de gando leiteiro debido ó labor que causa o movemento de animais. Con todo, os rebaños ecolóxicos usaron máis este tipo de control que os convencionais, xa que para estes últimos é máis sinxelo e barato o uso de antihelmínticos (Svensson et al., 2000; Weinreich et al., 2005).

De forma ideal no gando vacún de leite, as xovencas no seu primeiro ano de pastoreo deben introducirse en pastos que non teñan formas parasitarias residuais (ou en baixa cantidade) e polo tanto que non foran pastoreados na segunda metade do ano anterior por animais infectados (Ellis, 2015). En granxas onde as zonas de pastoreo sexan limitadas e con pastos permanentes, como habitualmente acontece na maioría das granxas ecolóxicas, unha opción podería ser usar pastos non adecuados para o gando en produción para a parte do rebaño máis nova (Thamsborg et al., 1998). Por outra banda, tamén é interesante que os animais máis novos teñan certa exposición ás formas parasitarias, para que adquiran unha correcta inmunidade (Ellis, 2015).

Outra opción de control alternativa é o uso de cultivos bioactivos (nutracéuticos), que son plantas que conteñen metabolitos secundarios que son considerados beneficiosos para a saúde animal, e neste caso para o control de helmintos. Estes cultivos poden ser usados como forraxe fresco ou conservado na ración diaria dos animais sen efectos adversos. A maioría destes cultivos bioactivos son forraxes ricas en taninos condensados (4-8% da materia seca), que son metabolitos secundarios relacionados coa defensa da planta fronte ós herbívoros e constitúen un grupo de compostos polifenólicos pouco definido que se caracteriza pola súa capacidade de unión ás proteínas (Mueller-Harvey, 2006). A concentración de taninos das plantas é moi variable e depende da especie, das condicións de cultivo, do estadio e do momento da colleita. Debido a isto, os achádegos sobre a súa utilidade no control parasitario son inconsistentes ou incluso contraditorios. Con todo, existe unha ampla evidencia de estudos *in vitro* e *in vivo* de que as forraxes con taninos condensados afecta a certos estadios dos nematodos parasitos causando unha redución do número de larvas infectivas e reducindo a carga parasitaria (Brunet et al., 2007, 2008). Algunhas das plantas con alto contido en taninos que se probaron con método de control parasitario son a esparceta (*Onobrychis viciifolia*), unha leguminosa forraxeira procedente de Eurasia que se atopa de forma natural

en toda a península Ibérica; a zulla (*Hedysarum coronarium*), unha leguminosa perenne que medra na zona do mediterráneo ou a lotera (*Lotus pedunculatus*), outra leguminosa forraxeira de climas húmidos e solos ácidos que pode ser usada para a alimentación de ruminantes (Thamsborg et al., 2010).

O control biolóxico dos parasitos tamén é outra das medidas nas que se traballa nos últimos anos. Defínese como o uso de microorganismos vivos para obter o control dun parasito obxectivo, para reducir o crecemento dunha poboación ata conseguir que se atope por debaixo do umbral no que poden causar problemas sanitarios ou perdas produtivas e económicas. Os microorganismos máis estudados para o control biolóxico son os fungos, atopando unha gran cantidade de especies que inclúen fungos nematófagos (depredadores), fungos endoparasitos, fungos que invaden ovos de nematodos e fungos que producen metabolitos tóxicos para os nematodos (Waller, 2006). Unha das especies máis usadas é *Duddingtonia flagrans*, debido á súa capacidade para resistir o paso intestinal e á capacidade para obter grandes producións para poder proceder á comercialización (Larsen et al., 1999). Ademais o seu uso non ten efectos adversos para o medio ambiente (Waller et al., 2005) e é un fungo ubicuo que se pode atopar en diferentes franxas climáticas (Skipp et al., 2002). Unha das posibilidades máis estudadas é a utilización das esporas destes fungos como aditivos no alimento dos animais, deste xeito conséguese un aporte constante que permite a actuación sostida no tempo destes axentes (Waller, 2006; Cazapal-Monteiro et al., 2015; Cortiñas et al., 2015; Hernández et al., 2016).

As denominadas terapias complementarias ou alternativas tamén están descritas como métodos de control antihelmíntico. Entre as máis coñecidas atópanse a fitoterapia e a homeopatía. Aínda que o seu uso está distribuído mundialmente, son terapias que provocan controversia na comunidade científica debido a que a evidencia sobre a súa eficacia é limitada, especialmente no caso da homeopatía (Cabaret et al., 2002). Existen numerosas plantas con efectos antihelmínticos que teñen sido usadas de forma tradicional e na etnoveterinaria como son o allo (*Allium sativum*), o coriandro (*Coriandrum sativum*), o xenebreiro (*Juniperus communis*), o romeu (*Rosmarinus officinalis*), a figueira (*Ficus carica*) ou a ruda (*Ruta graveolens*) (García-Romero, 2008). Con todo, precísanse máis estudos que permitan coñecer a dose necesaria, os posibles efectos tóxicos e que permitan evidenciar a verdadeira eficacia deste tipo de produtos.

De forma recente, comezouse a falar dos denominados “tratamentos selectivos dirixidos” (“targeted selective treatments” TST), que consiste en realizar tratamentos específicos a só aqueles animais que realmente o necesitan. Este novo concepto comezou a medrar na gandería convencional a partir da aparición de resistencias a antihelmínticos debido ó preocupante incremento que se produciu nos últimos anos (Rose et al., 2015). Para a gandería ecolóxica, este pode ser tamén un concepto útil que permita reducir as enfermidades parasitarias á vez que minimizar o uso de antihelmínticos. Por exemplo, no Reino Unido implantouse un programa de control de endoparasitos baseado no uso de antihelmínticos en función dunha monitorización do reconto fecal de ovos e na preservación das formas parasitarias susceptibles no pasto ó non tratar as vacas adultas ou unha pequena porcentaxe dos individuos máis novos e sans (Ellis, 2015).

8. ASPECTOS NUTRICIONAIS DO GANDO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCCIÓN ECOLÓXICA

Unha correcta nutrición é esencial para manter unha adecuada saúde, produtividade e benestar dos animais. Para a gandería ecolóxica estes aspectos son incluso máis importantes xa que a lexislación europea marca unha serie de liñas a seguir en canto o tipo de alimentos e os suplementos que se poden administrar, así como as cantidades dos mesmos. Tal e como se sinalou anteriormente, o gando debe ser alimentado cun mínimo dun 60% de forraxe, e de forma preferente, deben manterse en réxime de pastoreo. Para reducir ó mínimo o impacto do transporte e favorecer o desenvolvemento local (Hovi et al., 2003), os alimentos deben ser producidos ou ben na propia granxa ou en zonas cercanas á mesma. Producir forraxe é máis sinxelo e máis barato que producir concentrados nas propias granxas polo que as forraxes se converten no principal alimento dos animais quedando os alimentos concentrados nun segundo plano. Neste sentido, maximizar a eficiencia de uso de forraxes así como a calidade da mesma é a clave da nutrición ecolóxica (Ellis, 2015).

8.1. A IMPORTANCIA DAS FORRAXES E DO CONCENTRADO NA NUTRICIÓN DO VACÚN DE LEITE

O pasto é o alimento natural tanto para o vacún de leite como de carne, polo que as forraxes, ben sexan en pastoreo ou conservadas, representan a maior proporción da dieta dos animais criados en réximen ecolóxico. De feito, en certos casos o total da dieta dos animais está composto por forraxes, polo que conseguir forraxes de alta calidade se volve primordial nas granxas en produción ecolóxica (Blair, 2011). Con todo, os estudos indican que aínda que as forraxes sexan o maior alimento das granxas ecolóxicas, o uso de outros alimentos concentrados ou grans é moitas veces necesario, sobre todo en vacas de leite (Haas et al., 2007).

Na primavera e no verán, un manexo adecuado do pasto permite conseguir herba de boa calidade asociada sempre a unha leguminosa como pode ser o trebo, para conseguir a correcta fixación do nitróxeno atmosférico e mellorar o contido proteico do pasto (Ellis, 2015). Por outra banda, ademais de mellorar a calidade do pasto, a adición dunha leguminosa permite incrementar a cantidade de alimento inxerido polo que en xeral, melloran tamén os ratios de produtividade do animal. Por outra banda, débese ter en conta que unha excesiva cantidade de leguminosas, especialmente de trebo, pode causar alteracións dixestivas no animal (timpanismo), sobre todo se a proporción de trebo supera o 50%. A alfalfa é a leguminosa por excelencia a nivel mundial, aínda que a súa utilización como forraxe pastoreado no norte de España non está completamente implantada. Con todo, os estudos demostran que o cultivo de alfalfa é posible en case todas as rexións de Galicia e a cornixa cantábrica, excepto en zonas moi sombrías ou climas extremos (García-González, 1984). Ademais das especies de plantas que formen o pasto, a calidade do forraxe tamén ben dada polo estadio de desenvolvemento e polas características do solo e as condicións climáticas (Blair, 2011).

No inverno, é necesario ter un ensilado de boa calidade que complemente a inxestión de pasto, debido á menor cantidade dispoñible e á peor calidade que presenta nesta época (Ellis,

2015). A calidade do ensilado depende das especies que o compoñen, do momento e das condicións climatolóxicas durante a colleita, do estado de maduración da planta pero tamén do proceso de fermentación (Blair, 2011). Por exemplo, as leguminosas teñen maior capacidade tampón que outros cultivos, polo que é máis difícil acadar o pH necesario para unha correcta fermentación.

A fenificación é o método máis tradicional para a conservación do forraxe (Sullivan, 1973; McDonald et al., 1995). Durante este proceso é importante o correcto secado da herba para evitar perdas na calidade e a aparición de mofo e polo tanto de micotoxinas, perigosas para a saúde humana e animal (Blair, 2011). A calidade do feo tamén depende da especie que o conforme; por exemplo, o feo de alfalfa ten maior cantidade proteica e mineral que o de herba. O feo na dieta do vacún de leite é fundamentalmente un aporte de fibra para o correcto funcionamento do tracto dixestivo.

A alimentación do vacún de leite en produción convencional realízase fundamentalmente a base de racións concentradas completamente balanceadas cun alto contido proteico e enerxético que permite satisfacer as necesidades de animais altamente produtivos. Tal e como se explicou anteriormente, na produción leiteira ecolóxica as forraxes adquiren unha maior relevancia, incluso algún produtor alimenta ós animais só con forraxe. Con todo, os estudos demostraron que certa suplementación da dieta con pensos concentrados favorece a produción leiteira e evita que se produzan certos problemas metabólicos asociados ó balance enerxético negativo (BEN) no post-parto (Blair, 2011).

A menor produción leiteira dos animais en ecolóxico fai que o estrés ó que se ve sometido o animal no postparto tamén sexa menor, de feito, a incidencia de enfermidades metabólicas tratadas no vacún leiteiro ecolóxico parece ser menor que no convencional (Sundrum, 2001; Bennedsgaard et al., 2003; Von Borell e Sörensen, 2004). Con todo, existen estudos que indicaron peores producións, menor porcentaxe proteico no leite e peores condicións corporais en animais que non recibiron suplementos con concentrado (Ellis, 2015).

Neste sentido, existe un debate sobre se os animais de raza Holstein son adecuados para a produción leiteira en ecolóxico, debido á selección xenética que sufriron para ter altas producións con alta demanda de enerxía na dieta. Os estudos realizados ata o de agora indican que animais alimentados con pasto de alta calidade e con suplementos de forraxe conservado e concentrado durante o inverno poderían obter a suficiente cantidade de enerxía para o nivel de produción que se espera dun animal en ecolóxico (Ellis, 2015).

8.2. NECESIDADES ENERXÉTICAS DO VACÚN LEITEIRO

Ó contrario que a maioría dos nutrientes esenciais, a enerxía non é unha substancia específica. Moitos compostos orgánicos poden utilizarse para aportar enerxía, pero a cantidade de enerxía utilizable varía notablemente entre os distintos alimentos. Por esta razón, a determinación do contido enerxético dos diferentes alimentos é esencial para formular unha dieta acorde ás necesidades enerxéticas.

As necesidades enerxéticas do vacún leiteiro dependen do momento produtivo no que se atopa o animal, polo tanto non serán as mesmas para as vacas secas, as vacas en lactación ou as xovencas. No caso dos animais en produción, as necesidades enerxéticas do vacún de leite dependen fundamentalmente da produción leiteira, da composición do leite e tamén das necesidades de mantemento do animal onde encadramos a actividade do animal ou o peso vivo (Bach e Calsamiglia, 2002).

A enerxía requirida para manter o animal representa un dos maiores custos da industria leiteira. A enerxía de mantemento defínese como a cantidade de enerxía necesaria para manter o animal no mesmo tamaño, coa mesma composición de tecidos sen a produción leiteira ou reprodutiva (Miller, 1989). Esta enerxía aumenta co tamaño do animal, aínda que este incremento non é proporcional ó peso. Por outra banda, a actividade física do animal tamén é outro factor que inflúe na cantidade de enerxía necesaria para o mantemento. Os animais en pastoreo teñen maiores necesidades de mantemento que os estabulados, e estas necesidades poden ser entre un 10 ou un 20% maiores en función da calidade do pasto. As necesidades de mantemento tamén se incrementan en climas fríos ata un 8% (NRC, 2001).

A síntese de leite require enerxía para formar os seus compoñentes e para os procesos bioquímicos e fisiolóxicos implicados na mesma. De forma xeral, existe unha estreita correlación entre a cantidade de graxa do leite e o seu contido enerxético. O sistema NRC indica que para a produción dun kilogramo de leite co 4% de graxa se precisan 0,75 Mcal. Estas cantidades non inclúen a enerxía necesaria para o mantemento, polo que por cada kg de leite, a cantidade de enerxía necesaria para o mantemento e a síntese de leite diminúe a medida que a produción aumenta (NRC, 2001).

Tamén se debe ter en conta que os animais en crecemento necesitan enerxía para a formación de tecidos. Por outra banda, nos últimos tres meses de xestación é o momento no que se produce un maior crecemento do feto, e de todas as membranas que o envolven. As necesidades enerxéticas durante as últimas semanas de xestación non están ben definidas, pero calcúlase que en función do peso do animal, poden ser de entre 3,0 e 6,0 Mcal por día (NRC, 2001).

Comparados coa maioría dos animais, as vacas leiteiras son eficientes transformadoras da enerxía dos alimentos en enerxía do leite. Con todo, a deficiencia de enerxía na dieta leva a un descenso na produción de leite acompañado dunha perda de peso. Así mesmo, un consumo inadecuado de enerxía tamén causa unha redución dos sólidos non graxos e do contido proteico do leite. Un exceso de enerxía na dieta provoca que a maior parte de esa enerxía non se transforme en maiores producións, senón que se deposite en forma de graxa (Eastridge, 2006). Un exceso de graxa corporal tamén se asocia a menores rendementos produtivos, reprodutivos e a patoloxías metabólicas (Leblanc, 2010).

8.3. NECESIDADES PROTEICAS DO VACÚN LEITEIRO

As proteínas son moléculas de gran tamaño que están formadas principalmente por aminoácidos. Existen aproximadamente 25 aminoácidos dos cales o 60% son esenciais, é

dicir, que se deben suplementar na dieta xa que non poden ser sintetizados polo organismo. Con todo, os ruminantes poden obter os aminoácidos esenciais a partir da síntese proteica que se produce por parte dos microorganismos do rume.

Do mesmo xeito que para a enerxía, as necesidades proteicas tamén se dividen en necesidades de mantemento, para os incrementos de peso, para a reprodución e necesidades de lactación. As necesidades proteicas de mantemento veñen determinadas polas perdas de proteína fecal, as perdas de proteína endóxena urinaria e as perdas polas secrecións do pelo e a pel. A proteína necesaria para a reprodución é aquela relacionada coa proteína presente nos produtos da concepción (feto, placenta, líquidos fetais e útero). Finalmente, as necesidades proteicas para a lactación inclúen a proteína do leite e a proteína metabólica fetal relacionada co alimento suplementario necesario para a lactación (Bach e Calsamiglia, 2002).

A dixestión ruminal, aínda que ten vantaxes, é unha das maiores causas da baixa eficiencia de utilización de nitróxeno por parte dos ruminantes, cuxo promedio é aproximadamente dun 25% (Jensen e Schjoerring, 2011). O parámetro que inflúe en maior medida na eficiencia de uso do nitróxeno é a proteína bruta (PB) da dieta. De feito, este parámetro atópase claramente relacionado co contido de nitróxeno ureico do leite e coa excreción de nitróxeno nos ouriños (Nousiainen et al., 2004). De feito, o contido de nitróxeno ureico no tanque de leite pode ser usado como método de diagnóstico para valorar a eficiencia de utilización de nitróxeno na propia granxa (Jonker et al., 1998; Kauffman e St-Pierre, 2001; Kohn et al., 2002).

8.4. BALANCE ENERXÍA-PROTEÍNA NAS DIETAS

A gandería ecolóxica debe mellorar o nivel productivo da mesma a partir dos propios recursos da granxa e obter unha eficiencia de conversión da dieta en leite o máis alta posible (Weller e Bowling, 2007). A baixa eficiencia de utilización do nitróxeno é un dos maiores problemas da agricultura, e especificamente as vacas leiteiras son moi ineficientes no uso do contido nitróxeno da dieta. Os estudos realizados ata o de agora demostran que o nivel de eficiencia no uso de nitróxeno non é diferente entre granxas ecolóxicas e convencionais (Kristensen e Kristensen, 1992; Tamminga, 1996; Weller e Bowling, 2004). O problema das granxas ecolóxicas é a suplementación errática que se fai do nitróxeno na dieta. Por exemplo, as dietas baseadas en forraxes conservados teñen habitualmente niveis de nitróxeno moi baixo, mentres que aquelas baseadas no pastoreo, sobre todo con leguminosas, engaden un exceso de nitróxeno, que provoca unha baixada na eficiencia do mesmo debido ás perdas medioambientais (Weller e Cooper, 2001).

A utilización do nitróxeno no rume está ligado á presenza de carbohidratos (fonte enerxética) para conseguir a adecuada síntese de proteína microbiana e a transformación do nitróxeno en proteína do leite (Agle et al., 2010). No caso de que non exista a cantidade enerxética necesaria, este nitróxeno será excretado nos ouriños cos seguintes problemas medioambientais (Tamminga, 1992). Polo tanto, para mellorar a eficiencia de utilización do nitróxeno no rumen necesitanse dietas ben balanceadas coa cantidade de enerxía suficiente.

Os animais en produción ecolóxica inxiren de forma habitual dietas menos enerxéticas, debido á baixa suplementación de concentrado que se fai. Por esta razón podería existir o risco de que non se estivese a realizar un correcto aproveitamento do nitróxeno da dieta, sobre todo en aqueles animais que se manteñen en pastoreo sin outra suplementación enerxética. Por esta razón, o obxectivo da nutrición dos animais en ecolóxico é conseguir a suficiente cantidade de forraxe de boa calidade que permita cubrir os requerimentos enerxéticos e proteicos e minimice as perdas medioambientais (Weller e Bowling, 2007).

9. A IMPORTANCIA DOS MINERAIS NO GANDO VACÚN LEITEIRO EN PRODUCCIÓN ECOLÓXICA

Os minerais, tanto os macrominerais como os microminerais, son esencias para manter a saúde e a produtividade animal. Unha nutrición óptima con niveis de microminerais adecuados, garantiza as función propias do organismo (Suttle, 2010).

Na gandería convencional, para manter os altos estándares de produción os animais aliméntanse con altos niveis de concentrado que de forma rutinaria se suplementan con minerais (López-Alonso, 2012). Pola contra, na gandería ecolóxica, así como nos sistemas de produción de baixos insumos, a principal fonte de minerais é o solo e os materiais de desfeito da granxa que se reciclan no pasto. As concentracións de minerais dispoñibles nos diferentes tipos de solo dependen das concentracións nas que se atopan na rocha nai e da composición química do solo (Hayashida et al., 2004; Suttle, 2010; Kabata-Pendias, 2011) e como consecuencia, as forraxes poden ser deficientes ou desequilibradas en algún dos oligoelementos.

9.1. NECESIDADES MINERAIS DO VACÚN LEITEIRO

Os minerais deben ser proporcionados en concentracións óptimas en función das necesidades que cambian durante o crecemento e desenvolvemento do animal e en función do ciclo de produción. O termo “requerimentos” no caso dos minerais é difícil de establecer, se o comparamos coa enerxía, a proteína ou os aminoácidos. Debido a isto, a maioría das estimacións baséanse no nivel mínimo necesario para superar a deficiencia ou os síntomas de deficiencia e non necesariamente para promover a produtividade (Close, 2006).

Existen diversas autoridades en todo o mundo que indicaron unha serie de recomendacións sobre as necesidades minerais, sin obter consenso entre elas. As máis recentemente actualizadas son as do NRC (National Research Council) de Estados Unidos sobre os requerimentos nutricionais do gando vacún leiteiro no ano 2001. Con todo, estas recomendacións deben ser consideradas como uns requisitos mínimos, xa que non inclúen unha marxe de seguridade que teña en conta a presenza de antagonistas (Lopez-Alonso et al., 2004; Blanco-Penedo et al., 2006; Blanco-Penedo et al., 2009; Suttle, 2010). Como exemplo, nos ruminantes a absorción de cobre (Cu) inhíbese coa presenza de molibdeno (Mo), xofre (S) e en menor medida por ferro (Fe) (Suttle, 2010), á vez que os altos niveis de calcio (Ca) na alimentación poden inhibir a absorción de zinc (Zn). Ademais, cando se determinan as

necesidade minerais e a suplementación, débese prestar atención á cantidade e o tipo de ingrediente e ó seu contido mineral inherente, ó procesado da dieta, ás condicións de almacenamento e ambientais, así como á inclusión e ó contido doutros minerais (Close, 2006).

Outro punto importante é como avaliar se o estado mineral dun animal é o correcto. En moitas ocasións é válida unha mostra de sangue para facer a análise, pero non para todos os minerais o sangue é o mellor indicador. Por exemplo, no caso do Cu, a concentración no sangue non é un bo indicador do status do animal xa que non todo o Cu está dispoñible. Ademais, as concentracións hemáticas non se correlacionan coas concentracións do fígado, que sería un mellor indicador do estado do animal (Clark et al., 1993; Suttle, 2010; Herdt e Hoff, 2011)

9.2. FONTES DE MINERAIS

En gandería ecolóxica, a maioría dos minerais obtéñense a partir dos alimentos e das forraxes que se consomen, polo que a inxesta de minerais vese modificada polos factores que condicionan o contido mineral das plantas e sementes. As concentracións de minerais nos vexetais dependen en gran medida do tipo de planta, do ambiente do solo, do clima e do estado de madurez (Suttle, 2010). Só unha pequena parte dos micronutrintes do solo están dispoñibles para as plantas, e o pH do solo é un dos factores máis importantes que afectan a biodispoñibilidade dos elementos traza para a planta (Gupta et al., 2008; Kabata-Pendias, 2011).

As concentracións de elementos traza nos pastos varían estacionalmente (Socha et al., 2002; Griffiths et al., 2007; Suttle, 2010). Na primavera, cando o pasto medra vigorosamente, a concentración de Fe, Cu, Zn e Mo parece ser maior. En xuño adoita producirse unha caída nas concentracións de Fe, Cu e Zn que se recuperan de novo en outono. Os niveis de Mo e manganeso (Mn) caen gradualmente a medida que avanza a temporada, mentres que os de selenio (Se) se van incrementando (Tame, 2008).

O tipo de especie cultivada tamén inflúe na concentración de microminerais. Deste xeito, as concentracións de iodo (I), Cu, Zn, cobalto (Co) e níquel (Ni) son de forma xeral máis elevadas nas leguminosas que nas gramíneas, ambas cultivadas en climas temperados (Hopkins et al., 1994).

Os animais a pastoreo, e polo tanto tamén os animais en ecolóxico, non só inxiren elementos traza a partir da forraxe e a alimentación, senón que tamén inxiren parte do solo como comportamento natural de pastoreo. Por exemplo, a inxestión de solo no gando vacún durante o pastoreo representa máis do 18% da materia orgánica (Thornton e Abrahams, 1983) e a cantidade varía en función da carga gandeira, da lonxitude da herba e das condicións medioambientais.

9.3. MANEXO MINERAL EN GANDERÍA ECOLÓXICA

Tradicionalmente, cubrir as necesidades de minerais foi relativamente sinxelo en granxas de manexo intensivo xa que os suplementos minerais se incorporan de forma rutinaria ós concentrados, o que asegura que os animais reciban a inxesta necesaria de minerais (Chládek and Zapletal, 2007). As racións fórmulanse con grandes “marxes de seguridade” para que a inxesta de nutrientes exceda os requisitos sen ningunha consecuencia negativa para a saúde animal e a produtividade.

Pola contra, as granxas ecolóxicas utilizan como principal fonte de alimentación o forraxe producido na propia granxa facendo un uso limitado de alimentos concentrados. Este tipo de dietas tense asociado con deficiencias minerais aparecendo desequilibrios en zonas onde os solos teñen un contido mineral inadecuado e/ou unha baixa biodisponibilidade (Weller and Bowling, 2000; Owens, 2001; Coonan et al., 2002; Owens e Watson, 2002; Govasmark et al., 2005; Tame, 2008; Blanco-Penedo et al., 2009). De feito, existen estudos que indican que as granxas ecolóxicas poderían sufrir riscos de deficiencias de certos elementos traza como son o Cu, Zn, Se e I. Un estudo realizado en gando de carne ecolóxico no noroeste de España observou que os animais que recibiron unha dieta con alto contido en forraxe sen suplementación sufrían este tipo de deficiencias, mentras que as granxas colindantes convencionais suplementadas non as presentaban (Blanco-Penedo et al., 2009). Na mesma área de estudo, en gando de leite tamén se observaron deficiencias de estes elementos, tanto no leite (Rey-Crespo et al., 2013) como no sangue (Rey-Crespo et al., 2014; López-Alonso et al., 2017).

O uso de concentrado nas granxas ecolóxicas está restrinxido a un máximo do 40% da materia seca inxerida (EC, 2008). A maioría dos oligoelementos están presentes en maior medida nos cereais que nas forraxes, e a súa biodisponibilidade tamén é maior nos cereais (Suttle, 2010). A inclusión dunha baixa proporción de concentrado na ración do vacún leiteiro podería evitar que o gando das granxas ecolóxicas sufra deficiencias minerais (Blanco-Penedo et al., 2009).

A suplementación mineral está permitida só cando os requerimentos dos animais non poidan satisfacerse polas prácticas de cría ecolóxica. Esta suplementación pode facerse mediante os suplementos no alimento concentrado, o uso de bolos ruminais ou bloques minerais administados *ad libitum*. Tamén pode realizar a inxección de elementos traza, particularmente cando existen elementos antagonistas que afectan localmente (como por exemplo a presenza de Mo no solo que afecta á absorción de Cu). De forma habitual na gandería convencional a suplementación realízase mediante sales inorgánicas, que en ocasións, debido á formación de complexos con outras moléculas na dieta, non son absorbidas eficientemente e elimínanse ó medio causando problemas de contaminación medioambiental. Por esta razón, existe un interese polo uso de minerais quelados ou unidos a aminoácidos ou oligopéptidos que os fai máis biodisponibles e bioactivos (López-Alonso et al., 2011). Con isto conséguense reducir as concentracións suplementadas a niveis máis baixos sen reducir os rendementos.

Nos últimos anos estudouse a posibilidade de usar as algas como suplemento mineral no gando vacún leiteiro xa que estes organismos son ricos en certos oligoelementos como o I, Fe, Zn, Cu, Se, Mo, fluor (F), Mn, boro (B), Ni e Co, así como en vitaminas, antioxidantes e outras sustancias inmunomoduladoras (Bourgougnon and Stiger-Pouvreau 2011). Os resultados foron esperanzadores xa que os suplementos de algas na dieta dos animais conseguiron incrementar os niveis de I e Se, os principais microminerais deficientes nos animais de produción leiteira, especialmente na produción ecolóxica (Rey-Crespo et al., 2014; López-Alonso et al., 2016).

Con todo, a suplementación mineral debe considerarse unha medida a curto prazo xa que non é acorde á filosofía ecolóxica que pretende idear estratexias máis naturais e sostibles que permitan manter o estado mineral dos animais cun correcto manexo dos propios insumos da granxa.

10. XUSTIFICACIÓN DO TEMA E PERFIL DA TESE

Galicia é a comunidade autónoma de España e unha das rexións europeas con maior produción leiteira. O sector leiteiro ecolóxico está medrando en Galicia o que demanda información para seguir avanzando. A normativa ecolóxica europea esixe unha serie de puntos que difiren de forma sustancial do manexo do gando leiteiro convencional polo que a información coñecida ata o de agora non sempre é aplicable.

A restricción no uso de tratamentos, así como os cambios relacionados cos aspectos nutricionais fan que o estado sanitario e nutricional sexan os principais puntos críticos polos que os gandeiros están preocupados. Ante isto, a presente Tese de Doutoramento pretende dar resposta á pregunta de cal é o estado sanitario e nutricional do gando vacún leiteiro en produción ecolóxica do norte de España. Coñecer o estado actual do sector leiteiro ecolóxico de España é o punto de partida para avanzar na súa mellora. Ademais neste proxecto realizouse un intercambio de información cos gandeiros ecolóxicos de leite para darlles a coñecer o estado actual de cada granxa e ofrecer solucións ós problemas atopados.

A presente tese de doutoramento está formada por 6 capítulos nos que se abordan diferentes aspectos do estado sanitario e nutricional do vacún leiteiro en produción ecolóxica: a política de tratamentos da granxa, o estado de saúde da ubre e o manexo das infeccións, o estado parasitario, o estado nutricional e o perfil mineral. Ademais anéxanse un exemplo dos informes técnicos realizados para os gandeiros participantes neste proxecto.



OBXECTIVOS



OBXECTIVOS

O principal obxectivo da presente Tese de Doutoramento foi analizar o estado nutricional e sanitario do gando vacún leiteiro en produción ecolóxica do norte de España, comparándoo cos sistemas convencionais. Para desenvolver este proxecto, fixéronse unha serie de obxectivos concretos que corresponden con cada un dos capítulos que compoñen esta Tese de Doutoramento.

- I. Analizar o uso de tratamentos, convencionais e alternativos, nas granxas ecolóxicas do Norte de España así como as principais patoloxías que afectan ó gando vacún leiteiro en produción ecolóxica.
- II. Comparar a saúde do ubre (usando o RCS como marcador) en granxas ecolóxicas que non usaron tratamentos antibióticos con granxas ecolóxicas e convencionais que usaron tratamentos antibióticos, e avaliar a influencia de non usar antibióticos na saúde do ubre.
- III. Avaliar a contribución de diferentes factores relacionados co manexo (uso de antibióticos, uso de terapias de secado selectivas e baño de tetos) ó RCS nas granxas ecolóxicas do Norte de España co obxectivo de mellorar o manexo da saúde do ubre.
- IV. Avaliar por primeira vez a prevalencia dos principais helmintos que afectan ó vacún leiteiro en produción ecolóxica en España: *Ostertagia ostertagi*, *Dictyocalulus viviparus*, *Fasciola hepatica*, como os helmintos máis prevalentes e patoxénicos de Europa, e *Calicophoron daubneyi*, como trematodo que incrementou a súa prevalencia nos últimos anos pero cuxa patoxenicidade non é ben coñecida. Ademais estudouse o risco de infección deste helmintos en función da idade do animal e do uso de tratamentos antihelmínticos específicos.
- V. Analizar a composición das dietas administradas nas granxas ecolóxicas leiteiras do norte de España comparándoas coas dietas das granxas convencionais a pastoreo e sen pastoreo. Ademais analizaouse o estado nutricional dos animais centrádonos no balance enerxía-proteína das dietas.

- VI. Avaliar o estado de elementos traza dos rebaños leiteiros ecolóxicos do norte de España en relación a aquelas granxas manexadas de xeito intensivo. Realizouse un estudo detallado do soro dos animais e das dietas para coñecer as diferentes fontes de exposición en relación ós diferentes patróns de alimentación. Tamén se avaliou a exposición dos animais a metais tóxicos debido á importancia de limitar esta exposición a través dos alimentos.



CAPÍTULO I





CAPÍTULO I

Orjales I, López-Alonso M, Rodríguez-Bermúdez R, Rey-Crespo F, Villar A, Miranda M. 2016. Use of homeopathy in organic dairy farming in Spain. Homeopathy. 105: 102-108.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.homp.2015.08.005>

CAPÍTULO II





CAPÍTULO II

Orjales I, López-Alonso M, Rodríguez-Bermúdez R, Rey-Crespo F, Villar A, Miranda M. 2016. Is lack of antibiotic usage affecting udder health status of organic dairy cattle? *Journal of Dairy Research*. 83: 464-467.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0022029916000601>

CAPÍTULO III





CAPÍTULO III

Orjales I, López-Alonso M, Miranda M, Rodríguez-Bermúdez R, Rey-Crespo F, Villar A. 2017. The main factors affecting somatic cell counts in organic dairy farming. Spanish Journal of Agricultural Research. Versión dixital.

DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2017154-11769>



CAPÍTULO IV





CAPÍTULO VI

Orjales I, Mezo M, Miranda M, González-Warleta M, Rey-Crespo F, Vaarst M, Thamsborg S, Diéguez FJ, Castro-Hermida JA, López-Alonso M. 2017. Helminth infections in organic dairy farms in Spain. *Veterinary Parasitology*. 243, 115-118.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.06.031>

CAPÍTULO V



Animal: An International Journal of Animal Bioscience

Dairy cow nutrition in organic farming systems. Differences with the conventional system

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Dairy cow nutrition in organic farming systems. Differences with the conventional system
Short Title:	Nutritional aspects of organic dairy farming
Article Type:	Research Article
Section/Category:	2b. Nutrition: Ruminants
Keywords:	organic farming; dairy cattle nutrition; forage; milk production; energy-protein balance.
Corresponding Author:	MARTA MIRANDA, Ph.D University of Santiago de Compostela. Faculty of Veterinary Medicine Lugo, Lugo-Galicia SPAIN
First Author:	Inmaculada Orjales, DVM
Order of Authors:	Inmaculada Orjales, DVM
	Marta Lopez-Alonso, PhD
	MARTA MIRANDA, Ph.D
	Héctor Alaiz-Moretón, PhD
	César Resch, PhD
	Secundino Lopez, PhD
Manuscript Region of Origin:	SPAIN
Abstract:	<p>The present study aimed to evaluate the composition of diets used on organic dairy farms and to establish the dietary energy-protein balance. Exhaustive information about diets was obtained from organic (ORG), conventional grazing (GRZ) and conventional no-grazing (CNG) farms in northern Spain. Samples of feed from the respective farms were analyzed to determine the composition. Overall, milk yields and dry matter intake (DMI) were lower on the ORG farms than on the conventional farms. More than 80% of the ration used on ORG farms was composed of forage, whereas the corresponding proportion was significantly lower on CNG farms (63%). On the ORG farms, forage was mainly provided by pasture, whereas on CNG farms maize silage was the main type of forage provided. The ration used on ORG farms had significantly higher percentage of ADF and lower organic matter (OM) content than the rations used on both conventional types of farms, indicating that the diets were less digestible. Although the protein concentration of the diets used on the grazing farms (ORG and GRZ) was higher than on CNG farms, the protein intake was similar. Due to the low level of energy provided by the ORG diets, the results showed an imbalance between energy and protein: higher PDIN (protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-degraded dietary nitrogen) than PDIE (protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-fermented OM). The efficiency of protein use was lower for the diets used on ORG farms than for those on both conventional types of farm, yielding less milk per kg of CP intake.</p>
Suggested Reviewers:	Manuel Gonzalez Ronquillo Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, Universidad Autónoma del Estado de Mexico mrg@uaemex.mx He is expert in animal nutrition, biostatistics, animal science and agronomy
	Richard Dewhurst

Dairy cow nutrition in organic farming systems. Differences with the conventional system.

I. Orjales¹, M. Lopez-Alonso², M. Miranda^{1a}, H. Alaiz-Moretón³, C. Resch⁴, S. López⁵

¹*Departamento de Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain.*

²*Departamento de Patoloxía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain.*

³*Departamento de Ingeniería Eléctrica de Sistemas y Automática, Escuela de Ingeniería Industrial e Informática, Universidad de León, Campus Universitario de Vegazana, 24071 León, Spain.*

⁴*Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo – Xunta de Galicia. Departamento de Producción Animal. Carretera AC-542 de Betanzos a Mesón do Vento, Km. 7.5, 15318, Abegondo, A Coruña, Spain.*

⁵*Instituto de Ganadería de Montaña, CSIC-Universidad de León, Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 24071, León, Spain*

^aCorresponding author: Marta Miranda. E-mail: marta.miranda@usc.es

Short title: Nutritional aspects of organic dairy farming

Abstract

The present study aimed to evaluate the composition of diets used on organic dairy farms and to establish the dietary energy-protein balance. Exhaustive information about diets was obtained from organic (**ORG**), conventional grazing (**GRZ**) and conventional no-grazing (**CNG**) farms in northern Spain. Samples of feed from the respective farms were analyzed to determine the composition. Overall, milk yields and dry matter intake (**DMI**) were lower on the ORG farms than on the conventional farms. More than 80% of the ration used on ORG farms was composed of forage, whereas the corresponding proportion was significantly lower on CNG farms (63%). On the ORG farms, forage was mainly provided by pasture, whereas on CNG farms maize silage was the main type of forage provided. The ration used on ORG farms had significantly higher percentage of ADF and lower organic matter (**OM**) content than the rations used on both conventional types of farms, indicating that the diets were less digestible. Although the protein concentration of the diets used on the grazing farms (ORG and GRZ) was higher than on CNG farms, the protein intake was similar. Due to the low level of energy provided by the ORG diets, the results showed an imbalance between energy and protein: higher **PDIN** (protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-degraded dietary nitrogen) than **PDIE** (protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-fermented OM). The efficiency of protein use was lower for the diets used on ORG farms than for those on both conventional types of farm, yielding less milk per kg of CP intake.

Keywords: organic farming, dairy cattle nutrition, forage, milk production, energy-protein balance.

Implications

The study reports on the nutritional status of organic dairy farms in northern Spain and focuses on the protein-energy balance of the diets used. The rations used on organic farms are energy deficient because of the lower proportion of concentrate feed and maize silage contained in the diets. This probably leads to a low efficiency of dietary protein use with the consequent losses to the environment.

Introduction

Adequate provision of suitable feed is one of the primary objectives of farmers to ensure the health of their livestock (Manteca *et al.*, 2008). This is particularly important in dairy production as dairy cows require high-quality diets to ensure a balance between optimal milk production and the maintenance of both good health and reproductive efficiency (Weller and Bowling, 2007).

In conventional dairy farming, the nutritional requirements of cows, even highly productive cows, are usually covered, because the diets are generally supplemented with concentrate feed that provides high amounts of energy and protein. However, in organic dairy farming the aim is to optimize available resources rather than maximize production, so that maximum use must be made of forage (Sorge *et al.*, 2016). European Union regulations on organic farming state that forage, either grazed or conserved, should represent at least 60% of the total diet of organically farmed animals (Commission Regulation (EC), 2008), thus minimizing the use of concentrates.

Forage is cheaper to produce than concentrate feed, although the energy value is generally lower (Weller and Bowling, 2007). In lactating dairy cows, the main concern is that the high energy demands may not necessarily be satisfied by the feedstuff used on organic farms, leading to a negative energy balance in early lactation (Hammon *et al.*, 2009). In fact, lipomobilisation is higher in organically reared cows than in conventionally reared cows after calving, and the proportion of cows with subclinical ketosis is higher on organic farms than on conventional farms (Abuelo *et al.*, 2014). The nitrogen (N) supply, another key factor in organic dairy production, can vary widely, ranging from low levels in rations based on conserved forage, to a surplus of protein in diets including higher levels of grazing, especially in pasture with herbage mixtures including clover, leading to increased loss of N to the environment (Weller and Cooper, 2001). The challenges in organic dairy farming are therefore to produce sufficient quantities of forage for grazing and conservation (of adequate quality to meet the energy and protein requirements of the dairy cows) and also to reduce the quantity of concentrate required to balance the diets (Weller and Bowling, 2007; Hardie *et al.*, 2014).

The overall aim of the present study was to analyze the composition of the diets fed to cows on organic dairy farms in northern Spain relative to the diets used on conventional grazing and no-grazing farms. The nutritional status of the cows was also examined by focusing on the energy-protein balance of the diets.

Material and Methods

All experiments performed followed Spanish standards for the protection of animals used for scientific purposes. The procedures applied were supervised and approved by the Bioethics Committee of the University of Santiago de Compostela (Spain).

Sample collection and processing

The data used in this study were obtained as part of a research project (Spanish Government Ref. AGL 2010-21026) carried out to compare the nutritional status of organically and conventionally reared dairy cattle. Samples were collected from 22 organic (**ORG**), 5 conventional grazing (**GRZ**) and 5 conventional no-grazing (**CNG**) dairy farms. Data were collected from each farm at three different times of year (summer/winter/spring/), between July 2011 and June 2012, to obtain exhaustive dietary information and feed samples. Information about the types and quantities of the different feedstuffs consumed was obtained from each farm in each season. Feed samples (duplicate samples of each type of feed, including alfalfa (n=24), pasture (n=75), hay (n=36), concentrate feed (n=95), grass silage (n=71), maize silage (n=40), straw (n=4) and vetch (n=1)) from ORG (n=244), GRZ (n=52) and CNG farms (n=50) were analyzed. The feed samples were oven-dried (60 °C, 24 hours), ground and sieved (0.5 mm diameter) before analysis. The following productive parameters were obtained from dairy control records on each farm: milk production, % milk fat, % milk protein, % dry extract, bacterial count (**BC**), somatic cell count (**SCC**) and milk urea nitrogen (**MUN**).

Analytical methods

Different analytical parameters in each feed material were determined using near infra-red spectroscopy (**NIRS**). Organic matter (**OM**), CP, ADF, NDF, water soluble carbohydrates and digestibility of organic matter were determined for alfalfa, hay, vetch hay, pasture and straw. Analyses were conducted to determine OM, CP, ADF, NDF, starch and digestibility of OM in maize silage, OM, CP, ADF, NDF, digestibility of organic matter, pH, lactate, butyrate in grass silage, and OM, CP, crude fibre, crude fat and starch in concentrate feed. Sample spectra were recorded in a Foss

NIR Systems 6500 monochromator (spectrophotometric NIRSystems 6500 (FOSS NIRSystems, Inc., Silver Spring, Washington, USA). Two aliquots of each sample were scanned in a spinning circular cup with a quartz window of 37.5 mm diameter, at 2 nm intervals (1050 data points) in the wavelength range 400-2500 nm. The spectrum obtained for each sample was the average computed from the two subsamples. Data were processed using WinISI II software, version 1.5 (Infrasoft International, Port Matilda, USA, 2000).

Data on each feed material (including the parameters analyzed and the quantities administered) were used as input in the INRATION® 3.22 software to estimate the pasture intake and the energy-protein balance of each ration, considering the mean daily milk production and cow weight for each farm: **UFL** (unité fourragère lait; 1 UFL = 1.7 Mcal), **PDIN** (protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-degraded dietary N) and **PDIE** (protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-fermented organic matter) (INRA, 1989).

Statistical analysis

For each variable, univariate analysis of variance was performed using the PROC MIXED procedure of SAS. The statistical model included the type of farm (CNG, GRZ or ORG), season (summer, winter or spring), and their interaction as fixed effects, with farm as a random effect. The Tukey-Kramer adjustment was used for multiple comparisons of least square-mean differences. Orthogonal contrasts were used to test for i) differences between ORG and non-organic (CNG and GRZ) farms, and ii) differences between grazing (GRZ and ORG) farms and no grazing (CNG) farms.

Multivariate analysis was used for comprehensive assessment of the differences between types of farm based on the data set including all cases (94 records from 32 farms in 3 seasons, 2 missing data-points) and variables (37) considered in the study. First, all variables were feature-scaled to test three variable transformations: standardisation or z-scores, rescaling of range from 0 to 1, and Box-Cox transformation. The min-max normalisation (rescaling of range from 0 to 1) was the most appropriate method for our dataset. Multivariate analysis of variance (**MANOVA**) and non-parametric or permutational multivariate analysis of variance (**PERMANOVA**) were applied to the transformed data to compare the types of farm (CNG, GRZ or ORG) considering all variables together in the data set. Post-hoc tests were used for pairwise comparisons of the three types of dairy farms. The variables primarily responsible for an observed difference between types of farms were identified by the similarity percentage (**SIMPER**) method. The Bray-Curtis similarity measure was used for PERMANOVA and SIMPER analyses. MANOVA, PERMANOVA and SIMPER analyses were performed with the Paleontological Statistics (PAST) software package, version 3.16 (Hammer *et al.*, 2001).

Linear discriminant analysis (**LDA**) was used to plot the cases along the two canonical axes, resulting in maximal separation between the three types of dairy farms. In order to facilitate the visualization, each farm type (CNG, GRZ or ORG) was labelled differently, showing the separation between the three groups and how each case was ascribed to each type of farm. LDA also provided information on the loadings (relative influence) of each variable on the group discrimination, thus contributing to identifying the most important features for characterising each type of farm.

Finally, all the available observations were partitioned into well-differentiated clusters by the non-hierarchical K-means clustering method. The optimal number of clusters for classifying the cases in the data set was established by an “elbow” procedure (Chiang and Mirkin, 2010) based on the explained variance as a function of the number of clusters. Using the outcome of the elbow method, the non-supervised K-means clustering was implemented with a machine learning algorithm, classifying each case into one of the groups derived. LDA was then applied to the output of the cluster analysis to plot all the cases on a 2-D plane in which the farms were separated according to the non-supervised classification. Python programming language (Python Software Foundation, <https://www.python.org/>) and its machine learning toolbox “sklearn” were used for the elbow, K-means clustering and LDA procedures.

Results

Overall, no between-season differences (summer, winter and spring) were detected in the data, and data from all seasons were therefore considered together as a single group.

Farm characteristics

Characteristics of the groups of farms included in the study are shown in Table 1. The predominant type of housing was free stalls and the size of farms was similar in the three groups studied. Holstein Friesian (**HF**) was the predominant breed and only a small proportion of cows from ORG farms (14.1%) were other breeds (Brown Swiss, Swedish Red and Fleckvieh) and HF crosses. The mean number of lactations was higher and the average milk production was lower in cows on ORG farms than in cows on conventional farms.

Productive parameters

Data on productive parameters from the three systems studied are summarized in Table 2. Overall, daily milk production (18.8 L) was lower on ORG farms than on both GRZ (25.9 L) and CNG farms (29.5 L) ($F_{2,93} = 19.8$; $p < 0.001$). No differences between groups were detected in the percentage of fat and protein in milk. However, the proportion of dry extract was higher in milk from CNG farms than in milk from ORG farms and was intermediate in milk from GRZ farms ($F_{2,93} = 4.46$; $p = 0.02$). Both logSCC and logBC were similar on all types of farms ($p > 0.05$). Although the MUN content was lower for GRZ farms than for the other types of farm, the differences were not statistically significant ($p < 0.05$).

Dry matter intake and dietary ingredients

The dry matter intake (**DMI**) and the ingredients used in the diets in the three systems studied are presented in Table 3. Dry matter intake was significantly higher ($F_{2,93} = 25.4$; $p < 0.001$) on CNG farms (22.5 kg) than on GRZ (19.1 kg) and ORG farms (17.0 kg). Organic farms used less concentrate feed (19.9% of the total DMI) than CNG farms (36.1%), and GRZ farms used intermediate amounts (26.4%) ($F_{2,93} = 11.7$; $p < 0.001$). The ration on CNG farms contained more maize silage (32.6%) than the ration supplied on ORG farms (7.92%) and hay was only used on ORG and GRZ farms (8.54 and 1.27%, respectively). A similar proportion of pasture was ingested on ORG and GRZ farms (36.4 vs. 30.5% respectively). Vetch hay and straw was used only on some organic and conventional farms, but generally represented less than 1% of the DMI. None of the other ingredients included in the rations (alfalfa, grass silage, straw and vetch) differed significantly between the types of farm.

Characteristics of the diets

219 The percentage of OM in the ration was statistically significantly lower for the ORG
220 farms than for CNG farms, with intermediate values for GRZ farms. Diets used on
221 ORG farms contained a higher percentage of ADF than the diets of both types of
222 conventional farms. The energy content of the rations supplied to the cows
223 (represented as UFL/kg DM) was significantly lower on ORG farms (0.822 UFL/kg
224 DM) than on GRZ (0.909 UFL/ kg DM) and CNG farms (0.941 UFL/kg DM) ($F_{2,93} =$
225 14.12; $p < 0.001$) (Table 4). Taking into consideration the DMI on each type of farm,
226 ORG cows ingested the lowest amount of energy (14.0 UFL/d) followed by GRZ
227 (17.4 UFL/d) and CNG cows (21.3 UFL/d). The energy content of concentrates was
228 similar in the three groups, whereas the energy content of the forage (0.737 UFL/kg
229 DM) supplied on ORG farms was significantly lower than that of the forage used on
230 the conventional farms (GRZ: 0.821 UFL/kg DM and CNG: 0.820 UFL/kg DM).
231 Analysis of the amount of energy provided by each type of feed material revealed
232 that forage represented 72.0% of the total energy ingested on ORG farms, whereas
233 only 55.6% of the energy was provided by the forage on CNG farms, and concentrate
234 feed was the most important energy source. Pasture represented a similar
235 percentage of the total amount of energy in both grazing groups (28.0% and 35.2% in
236 ORG and CNG, respectively). Regarding the protein level of the diet, cows on
237 conventional farms tended to take in more protein (kg CP) than those on organic
238 farms (2.75 vs. 2.40 kg/d) ($p=0.06$). However, the feedstuffs used on grazing farms
239 (both ORG and GRZ) tended to contain more protein (140 and 144 g/kg of DM,
240 respectively) than those used on CNG farms (121 g/kg of DM). The ration supplied
241 on GRZ and ORG farms had higher levels of PDIN than PDIE (GRZ: 1810 vs. 1583
242 and ORG: 1553 vs. 1357, respectively), whereas on CNG farms, the diets were more
243 balanced, with more similar levels of PDIN and PDIE (1896 vs. 1803, respectively).

244 *Feed efficiency*

245 In order to evaluate the efficiency of the different diets in the three systems, different
246 ratios were calculated (Table 5). Milk production per kg of DMI was lower on ORG
247 farms (1.11) than on GRZ (1.36) and CNG farms (1.31) ($F_{2,93} = 66.07$; $p = 0.006$).
248 However, milk production per UFL and also milk production per kg of concentrate
249 feed was not different between groups ($p > 0.05$). Regarding protein, ORG farms
250 yielded less milk per kg of CP intake (8.28) than CNG farms (10.9), with intermediate
251 values for GRZ (9.61) ($F_{2,93} = 4.94$; $p = 0.01$).

252 *Multivariate analysis*

253 MANOVA revealed significant ($p < 0.001$) differences between the three types of
254 farms; however, pairwise comparison between CNG and GRZ farms was not
255 possible because the number of cases was less than the number of variables. Thus,
256 a PERMANOVA was more appropriate for the data set. Use of the Bray-Curtis
257 similarity index and the conservative Bonferroni correction for the post-hoc pairwise
258 comparisons revealed significant differences ($p < 0.001$) between the different types
259 of dairy farms. SIMPER analysis showed that CNG and GRZ farms mainly differed in
260 relation to the amount of maize silage supplied (greater on CNG), grazing (no grazing
261 on CNG) and the forage to concentrate ratio (greater on GRZ farms). The same
262 variables defined the distance between CNG and ORG farms, along with the
263 differences in milk yield and DMI (both greater in CNG than in ORG farms). Finally,
264 the main variables responsible for the divergence between GRZ and ORG farms
265 were the amounts of silage and concentrate supplied and the milk production (all
266 greater on GRZ than on ORG farms), whereas pasture grazed and total amount of
267 forage supplied were greater on ORG than on GRZ farms.

268 The LDA output is shown in Figure 1(2D plot of all the cases). This is a supervised
269 procedure as all the observations were initially assigned to the type of farm
270 (dependent variable). The plot shows a clear separation of the three types of farm,
271 with a small overlap between areas for the GRZ and ORG farms, so that up to 98%
272 of the cases were correctly classified. Axis 1 explained 75% of the discrimination
273 between groups, whereas axis 2 explained the remaining 25%. The loadings of the
274 most discriminant variables are shown in Figure 2. Separation along Axis 1 is defined
275 by higher total DMI, maize silage and concentrate intake and daily milk production on
276 CNG farms, whereas hay, pasture and fibre intake was greater on GRZ and ORG
277 farms. The discriminating variables on axis 2 are more closely related to the
278 divergence between GRZ and ORG farms.

279 The elbow algorithm indicated that the optimum number of clusters for a classification
280 analyses was three. The K-means procedure was used to classify all the cases in the
281 data set into three clusters, and the LDA was used to plot the data on a 2D graph to
282 show the separation between the three clusters and the relationship between the
283 (non-supervised) clusters and the type of farm (Figure 3). The three clusters were
284 clearly separated, with the cluster in the right lower quadrant of the plot including all
285 the CNG cases and only 6 out of 65 ORG observations. Most ORG farms were
286 distributed in the other two clusters, whereas GRZ farms were mainly located in the
287 two clusters located in the lower part of the chart. The multivariate clustering
288 procedure clearly separated the CNG and ORG farms, whereas discrimination of
289 GRZ was not as evident. Assessment of the loadings of the most influential variables
290 on each axis shows that the cluster including all the CNG farms represents cases
291 with higher silage intake (mainly maize silage) and milk production in which there is
292 no grazing or only a small amount of pasture is grazed. The cluster located in the left

lower quadrant represents the farms in which grazed pasture contributes greatly to the cows' diets, characterised by higher CP and PDIN contents. Finally, the upper intermediate cluster includes cases in which the rations contain more fibre and less UFL, characterised by higher proportions of hay and total forage.

Discussion

Organic farms try to optimize available resources rather than maximize production, which leads to the lower milk yields that have been described in many European countries (Ertl *et al.*, 2014; Rodríguez-Bermúdez *et al.*, 2017). The results of the present study are consistent with these earlier findings, as daily milk production was 35% lower on organic farms than on conventional no-grazing farms. This can be explained by the fact that organic farming aims to use less concentrate feed in the diets (Ertl *et al.*, 2014) as supported by our findings (16.2% lower than conventional no-grazing farms) and by previous reports of the benefits of concentrate supplementation in increasing milk production (Butler *et al.*, 2009; Blair, 2011). In addition, concentrate supplementation can yield lower milk fat contents (Stockdale, 1999) because fat and protein production in milk is closely related to nutrition (Dos Santos *et al.*, 2011), depending on the quantity of forage and supplements as well as on their composition (Walker *et al.*, 2004). However, as in the present study, Leiber *et al.* (2017) did not observe any differences in the milk fat and protein levels between farms that supplied different levels of concentrate supplementation in organic grassland based dairy systems. Milk produced on organic farms has been shown to contain less protein than milk produced on conventional farms (Roesch *et al.*, 2007), which has been associated with the lower energy and/or lower protein intake of cows on organic farms (Ertl *et al.*, 2014).

Dry matter intake was almost 25% lower in organically reared cows, which were supplied less concentrate feed than on conventional farms. The amount of concentrates and the quality of forage influence DMI in dairy cows (Baldinger *et al.*, 2013). Although organic principles state that farms should use available resources and minimize the level of concentrates provided, this probably influences DMI and consequently lower milk production (Alvasen *et al.*, 2012). Although DMI and milk yield are positively correlated, increased feed intake does not always increase milk production if the energy does not cover the demand, especially during early lactation (Ingvarsen and Andersen, 2000). Dry matter intake in lactating dairy cows largely depends on the types of feed supplied, level of feeding, ration formulation and quality of feed (Mazumder and Kumagai, 2006). For example, a recent study performed in Switzerland found that cows fully (100%) compensated for the omission of concentrates, in terms of DMI, by increasing the intake of good quality roughage (Leiber *et al.*, 2015). The percentage of ADF provides a good estimate of the quality of a ration, and organic diets contained higher levels of ADF than both conventional groups, indicating the lower quality and digestibility of the diets.

The dietary ingredients were different in the three groups studied. The proportion of forage was much higher on organic farms (more than 80% of the diet), and the types of forage used were also different: diets used on organic farms contained less maize silage and a higher proportion of hay. Similar results were observed in a study comparing the management of organic and conventional farms in USA, where conventional farms used greater amounts of maize and maize silage than used on the organic farms (Sorge *et al.* 2016). This explains why the dietary ingredients were also the main factors differentiating the three systems in the multivariate analysis.

342 In the same way as the DMI, the energy intake and energy concentration of the diets
343 were lower in the organic farming systems. Similar results have been found in
344 pasture based herds and intensively-managed herds (Hofstetter *et al.*, 2014). This is
345 mainly due to the lower proportion of concentrates and maize silage (the main energy
346 sources for cattle) used in the diets provided on organic farms. Energy is usually the
347 limiting factor in grazing dairy systems (Penno *et al.*, 2001). Therefore, producing
348 forage of sufficient quality to meet the energy requirements of lactating cows is the
349 main objective of grazing systems, particularly in organic systems where forage
350 accounts for the main part of the diet. In fact, forage represented 72% of total energy
351 of the diet in organic farms, whereas the proportions were only 55.6 and 66.6% in the
352 conventional no-grazing and grazing systems, respectively. Although the energy
353 content of pasture was similar on organic and conventional farms, the lower amount
354 of maize silage used on organic farms led to a lower energy content of the total
355 forage used. Introducing high energy crops in the diets (including forage maize or
356 fodder beet) will provide energy-rich forage feed and improve the quality of the diets
357 given to dairy cows (Hofstetter *et al.*, 2014). Moreover, the quality of forage depends
358 on the type of forage and the species and also on the stage of development and the
359 soil and the climatic conditions (Blair, 2011). Forage age may be the most important
360 factor because the fibre that plants contain becomes increasingly lignified, thus
361 reducing the digestibility of the plant material. The methods used in the conserved
362 forage also adds a new source of variation to the food quality. For example, when
363 grasses are conserved as silage, the quality of fermentation depends on the weather
364 during harvesting, the silaging technique used, the storage time and the temperature,
365 among other factors (Randby *et al.*, 2012).

366 In addition to the energy content of the diets, the other key factors in the balance of
367 dairy cattle diets are the protein content and protein use efficiency. The CP intake
368 was similar in the three systems studied, although the protein concentration of the
369 diets tended to be higher in grazing systems. Pasture usually contains more CP than
370 other feedstuffs (Hofstetter *et al.*, 2014), although the content depends on the N
371 supplied through fertilizers, use of which is restricted in organic farming, and also on
372 the species cultivated. For example, pasture containing clover is rich in N whereas
373 the CP concentration of English ryegrass (*Lolium perenne*) is lower than that of the
374 other grass species (Van Vuuren and Van Den Pol-Van Dasselaar, 2006). The PDI
375 system enables standardization of the supply of rumen degradable N and detection
376 of diets with excess degradable N. The diets provided on conventional no grazing
377 farms were more balanced in terms of PDIN-PDIE, whereas the diets provided in
378 both conventional grazing and organic systems contained higher levels of PDIN than
379 of PDIE. In the grazing systems studied (both organic and conventional grazing), the
380 degradable N was excessive or the energy supply was deficient, and therefore the
381 protein added to the diet is not efficiently used.

382 Feed costs generally account for approximately 50% of the total costs of milk
383 production (Hardie *et al.*, 2014) and therefore the efficiency of production should be
384 maximized. Our findings indicated that the amount of milk per unit of energy was
385 similar in all three types of system, and lower energy intake led to lower milk
386 production. However, the ratio of milk production to CP was lower on organic farms,
387 indicating that some of the protein in the diet is not used to produce milk, possibly
388 because the ration does not include sufficient energy. Moreover, grass often contains
389 high levels of degradable protein (Van Vuuren *et al.*, 1991) and overfeeding with
390 rumen degradable protein can lead to lower N use efficiency (Hristov *et al.*, 2004).

The excess N is eliminated in the urine and faeces with the consequent environmental pollution (Huhtanen *et al.*, 2015).

Milk urea nitrogen has been suggested as a good tool for diagnosing the on-farm efficiency of N utilization (Jonker *et al.*, 2002), and variations in MUN have been related to dietary CP concentrations and to the ratio of dietary CP to energy (Kirchgessner *et al.*, 1986). Although the MUN content was lower in the milk from conventional grazing farms than in the milk from organic and conventional no-grazing farms, the differences were not significant and the values were within the recommended thresholds for all groups. Generally, MUN values below 150 indicate lower CP contents in the diet, whereas values higher than 350 indicate lower levels of energy in the diet, poorly degradable protein and consequently an imbalance between protein and energy in the diets (González-Rodríguez and Vázquez-Yañez, 2006).

Conclusions

The diets used on organic and conventional farms are very different, especially regarding the ingredients used, which allowed the three systems to be differentiated in the multivariate analysis. The DMI was lower on the organic farms and energy intake was therefore also lower, because of the lower percentage of concentrate and maize silage used in the diets. Although the protein intake was similar in both conventional and organic systems, the protein use efficiency was lower on organic farms, probably because of the lower amounts of energy provided by the diets. In order to improve the protein use efficiency and consequently to reduce loss of N to the environment, organic farms should aim to increase the energy concentration of

the diets by improving forage management and including higher energy forage in the rations.

Acknowledgements

This study was supported by the Spanish Government (project code AGL2010-21026) and Centro Tecnológico Agroalimentario de Lugo (CETAL). Inmaculada Orjales is in receipt of a FPU fellowship (Ref. FPU14/01473) from the Spanish Ministry of Education, Culture and Sports. The authors thank all farmers who participated in the study and the staff at CIAM (Centro de Investigaci3n Agrarias de Mabegondo) for analyzing the samples.

References

- Abuelo A, Hern3ndez J, Benedito JL and Castillo C 2014. A comparative study of the metabolic profile, insulin sensitivity and inflammatory response between organically and conventionally managed dairy cattle during the periparturient period. *Animal* 8(9), 1516-1525.
- Alvasen K, Mork MJ, Sandgren CH, Thomsen PT and Emanuelson U 2012. Herd-level risk factors associated with cow mortality in Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science* 95, 4352–4362.
- Baldinger L, Zollitsch W and Knaus WF 2011. Maize silage and Italian ryegrass silage as high-energy forages in organic dairy cow diets: Differences in feed intake, milk yield and quality, and nitrogen efficiency. *Renewable Agriculture and Food Systems* 1-10.
- Blair, R 2011. *Nutrition and Feeding of Organic Cattle*. Ed. Cab International. Reading, UK.
- Butler G, Collomb M, Rehberger B, Sanderson R, Eyre M and Leifert C 2009. Conjugated linoleic acid isomer concentrations in milk from high- and low-input management dairy systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89, 697–705.
- Chiang M, Mirkin B 2010. Intelligent choice of the number of clusters in K-means clustering:

an experimental study with different cluster spreads. *Journal of Classification*, 27(1), 3-40.

Commission Regulation (EC) 2008. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. *Official Journal of the European Union* L250, 1-132.

Dos Santos WBR, Santos GTD, Silva-Kazama DC, Cecato U, de Marchi FE, Visentainer JV and Petit HV 2011. Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds. *Animal Feed Science and Technology* 169 (3-4), 167-175.

Ertl P, Knaus W and Steinwider A 2014. Comparison of zero concentrate supplementation with different quantities of concentrates in terms of production, animal health, and profitability of organic dairy farms in Austria. *Organic Agriculture* 4, 233-242.

González-Rodríguez A and Vázquez-Yáñez AP 2006. Utilización del contenido de urea en leche en el diagnóstico de la alimentación del ganado lechero. CIAM publications. *Animal Production* pp. 459–453. Available in: <http://ciam.gal/uploads/publicacions/951archivo.pdf>

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), 1-9.

Hammon HM, Stürmer G, Schneider F, Tuchscherer A, Blum H, Engelhard T, Genzel A, Staufenbiel R and Kanitz W 2009. Performance and metabolic and endocrine changes with emphasis on glucose metabolism in high-yielding dairy cows with high and low fat content in liver after calving. *Journal of Dairy Science* 92(4), 1554-1556.

Hardie CA, Wattiaux M, Dutreuil M, Gildersleeve R, Keuler NS and Cabrera VE 2014. Feeding strategies on certified organic dairy farms in Wisconsin and their effect on milk production and income over feed costs. *Journal of Dairy Science* 97, 1-12.

470 Hristov AN, Etter RP, Ropp JK and Grande KL 2004. Effect of dietary crude protein level
 471 and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows.
 472 Journal of Animal Science 82, 3219–3229.

473 Hofstetter P, Frey HJ, Gazzarin C, Wyss U and Kunz P 2014. Dairy farming: indoor vs.
 474 pasture-based feeding. Journal of Agricultural Science 152, 994-1011.

475 Huhtanen P, Cabezas-Garcia EH, Utsumi S and Zimmerman S 2015. Comparison of
 476 methods to determine methane emissions from dairy cows in farm conditions. Journal of
 477 Dairy Science 98, 3394-3409.

478 Ingvarsen KL and Andersen JB 2000. Integration of metabolism and intake regulation: a
 479 review focusing on periparturient animals. Journal of Dairy Science 83(7), 1573-1597.

480 INRA. 1989. Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables. INRA
 481 Editions, Paris, France.

482 Jonker JS, Khon RA and High J 2002. Use of milk urea nitrogen to improve dairy cow diets.
 483 Journal of Dairy Science 85, 939-946.

484 Kirchgessner M, Kreuzer M and Roth-Maier EA 1986. Milk urea and protein content to
 485 diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows. Archives of Animal Nutrition 36,
 486 192-197.

487 Lieber F, Dorn K, Probst JK, Isensee A, Ackermann N, Kuhn A and Neff AS 2015.
 488 Concentrate reduction and sequential roughage offer to dairy cows: effects on milk
 489 protein yield, protein efficiency and milk quality. Journal of Dairy Research 82, 272-278.

490 Leiber F, Schenk IK, Maeschli A, Ivemeyer S, Zeitz JO, Moakes S, Klocke P, Staehli P, Notz
 491 C and Walkenhorst M 2017. Implications of feed concentrate reduction in organic
 492 grassland-based dairy systems: a long-term on-farm study. Animal 11, 2051-2060.

493 Manteca X, Villalba JJ, Atwood SB, Dziba L and Provenza FD 2008. Is dietary choice
 494 important to animal welfare? Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and
 495 Research 3, 229-239

496 Mazumder AR and Kumagai H 2006. Analyses of factors affecting dry matter intake of
 497 lactating dairy cows. Animal Science Journal 77, 53-62.

498 Penno JW, McDonald KA and Holmes CW 2001. Toward a predictive model of
 499 supplementary feeding response from grazing dairy cows. Proceedings of the New
 500 Zealand Society of Animal Production 61, 229-233.

501 Randby AT, Weisbjerg MR, Noggard P and Heringstad B 2012. Early lactation feed intake
 502 and milk yield responses of dairy cows offered grass silage harvested at early maturity
 503 stages. Journal of Dairy Science 95, 304-317.

504 Rodríguez-Bermúdez R, Miranda M, Orjales I, Rey-Crespo F, Muñoz N and López-Alonso M.
 505 2017. Holstein-Friesian milk performance in organic farming in North Spain: Comparison
 506 with other systems and breeds. Spanish Journal of Agricultural Research 15, e0601 (10
 507 pages).

508 Roesch M, Doherr MG and Blum JW 2007. Management, feeding, production, reproduction
 509 and udder health on organic and conventional Swiss dairy farms. Schweizer Archiv Fur
 510 Tierheilkunde 148 (8), 387-395.

511 Sorge US, Moon R, Wolff LJ, Michels K, Schroth S, Kelton DF, Heins B 2016. Management
 512 practices on organic and conventional dairy herds in Minnesota. Journal of Dairy
 513 Science 99(4), 3183-3192.

514 Stockdale, C.R 1999. Effect of cereal grain, lupins-cereal grain or hay supplements on the
 515 intake and performance of grazing dairy cows. Australian Journal of Experimental
 516 Agriculture 39, 811-817.

517 Van Vuuren AM, Tamminga S and Ketelaar RS 1991. In sacco degradation of organic matter
 518 and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows.
 519 Journal of Agricultural Science 116, 429-436.

520 Van Vuuren AM and Van Den Pol-Van Dasselaar A 2006. Grazing systems and feed
 521 supplementation. In: Fresh herbage for dairy cattle. Ed. A. Elgersma, J. Dijkstra and S.
 522 Tamminga. Springer pp. 85-101. Netherlands.

523 Walker GP, Dunshea FR and Doyle PT 2004. Effects of nutrition and management on the
 524 production and composition of milk fat and protein: a review. Australian Journal of
 525 Agricultural Research 55, 1009-1028.

526 Weller RF and Bowling PJ 2007. The importance of nutrient balance, cropping strategy and
527 quality of dairy cow diets in sustainable organic systems. Journal of the Science of Food
528 and Agriculture 87, 2768-2773.

529 Weller RF and Cooper A 2001. Seasonal changes in the crude protein concentration of
530 mixed swards of white clover/perennial ryegrass grown without fertilizer N in an organic
531 farming system in the United Kingdom. Grass and Forage Science 56 (1), 92-95.



Table 1. Farm characteristics of the three management systems studied: organic (ORG), conventional no grazing (CNG) and conventional grazing (GRZ) farms.

	ORG	CNG	GRZ
Number of farms	22	5	5
Type of housing	86.4% Free stall 13.6% Tie stall	Free stall	Free stall
Breeds	85.9% HF ¹ 14.1% other breeds	HF ¹	HF ¹
Mean number of milking cows (range)	47 (8-207)	52 (33-86)	50 (35-59)
Mean number of lactations	3.6	2.2	2.5
Average milk production (kg) ²	5734	8996	7965
% of forage intake ³	80.1%	63.9%	73.6%
% of grazing ⁴	45.1%	-	41.5%

¹Holstein Friesian (HF)

²305-day normalized lactation

³Relative to the total dry matter intake

⁴Relative to the total forage intake

Table 2. Description of the milk yield and milk composition of the three systems studied: organic (ORG), conventional no-grazing (CNG) and conventional grazing (GRZ). Different superscript letter in the same row indicate differences statistically significant between groups (a<b).

	ORG	CNG	GRZ	P
Daily milk production (L/day)	18.8±0.809 ^a	29.5±1.71 ^b	25.9±1.69 ^b	***
% fat	3.76±0.047	3.66±0.100	3.73±0.099	
% protein	3.13±0.023	3.19±0.049	3.12±0.048	
% dry extract	8.51±0.031 ^a	8.72±0.064 ^b	8.59±0.063 ^{ab}	**
logSCC	5.31±0.040	5.13±0.083	5.31±0.082	
logBC	4.36±0.045	4.42±0.092	4.14±0.092	
MUN (mg/kg)	215.1±9.90	219.9±20.5	197.7±20.2	

SCC: somatic cell count; BC: bacterial count; MUN: milk urea nitrogen

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Table 3. Description of dry matter intake (DMI) and ingredient composition of the diets (presented as percentage of total dry matter intake) of the three farm systems studied: organic (ORG), conventional no-grazing (CNG) and conventional grazing (GRZ). Different superscript letter in the same row indicate differences statistically significant between groups (a<b).

	Organic	CNG	GRZ	<i>p</i>
DMI (kg)	17.0±0.335 ^a	22.5±0.717 ^c	19.1±0.699 ^b	***
% Concentrate	19.9±1.47 ^a	36.1±3.11 ^b	26.4±3.08 ^{ab}	***
% Alfalfa	4.15±1.17	5.20±2.50	-	
% Maize silage	7.92±2.96 ^a	32.6±6.24 ^b	16.2±6.20 ^{ab}	***
% Grass silage	22.3±2.83	25.0±6.05	25.7±5.91	
% Hay	8.54±1.66	-	1.3±3.47	*
% Pasture	36.4±3.68	-	30.5±7.68	

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Table 4. Characteristics and composition of the diets administered in the three farm systems studied: organic (ORG), conventional no-grazing (CNG) and conventional grazing (GRZ). Different superscript letter in the same row indicate differences statistically significant between groups (a<b).

	ORG	CNG	GRZ	<i>p</i>
% OM	92.3±0.141 ^a	93.3±0.305 ^b	92.8±0.294 ^{ab}	***
% ADF	27.4±0.599 ^b	21.4±1.28 ^a	23.4±1.25 ^a	***
% CP	14.1±0.371	12.1±0.802	14.4±0.774	‡
UFL/kg DMI	0.822±0.011 ^a	0.941±0.023 ^b	0.909±0.023 ^b	***
Energy				
UFL intake	14.0±0.373 ^a	21.3±0.790 ^c	17.4±0.480 ^b	***
UFL/kg DMI concentrate	1.17±0.06	1.16±0.012	1.17±0.012	
UFL/kg DMI forage	0.737±0.011 ^b	0.820±0.023 ^a	0.821±0.022 ^a	***
% UFL concentrate	28.0±1.80 ^b	44.4±3.81 ^b	33.4±3.78 ^{ab}	***
Protein				
kg CP intake	2.40±0.078	2.75±0.169	2.75±0.163	‡
PDIN	1553±53 ^a	1896±114 ^b	1810±111 ^b	*
PDIE	1357±33 ^a	1803±70 ^b	1583±68 ^{ab}	***
% PDIN concentrate	24.1±2.18 ^a	52.8±4.60 ^b	32.5±4.55 ^a	***
% PDIE concentrate	26.2±1.84 ^b	47.6±3.90 ^a	34.0±3.86 ^{ab}	***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ‡ $p < 0.1$ (tendency)

OM: organic matter; ADF: acid-detergent fiber; CP: crude protein; DMI: dry matter intake.

UFL: unité fourragère lait, 1 UFL = 1.7 Mcal; PDIN = protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-degraded dietary N; PDIE = protein digested in the small intestine supplied by rumen-undegraded dietary protein and by microbial protein from rumen-fermented OM (INRA, 1989).

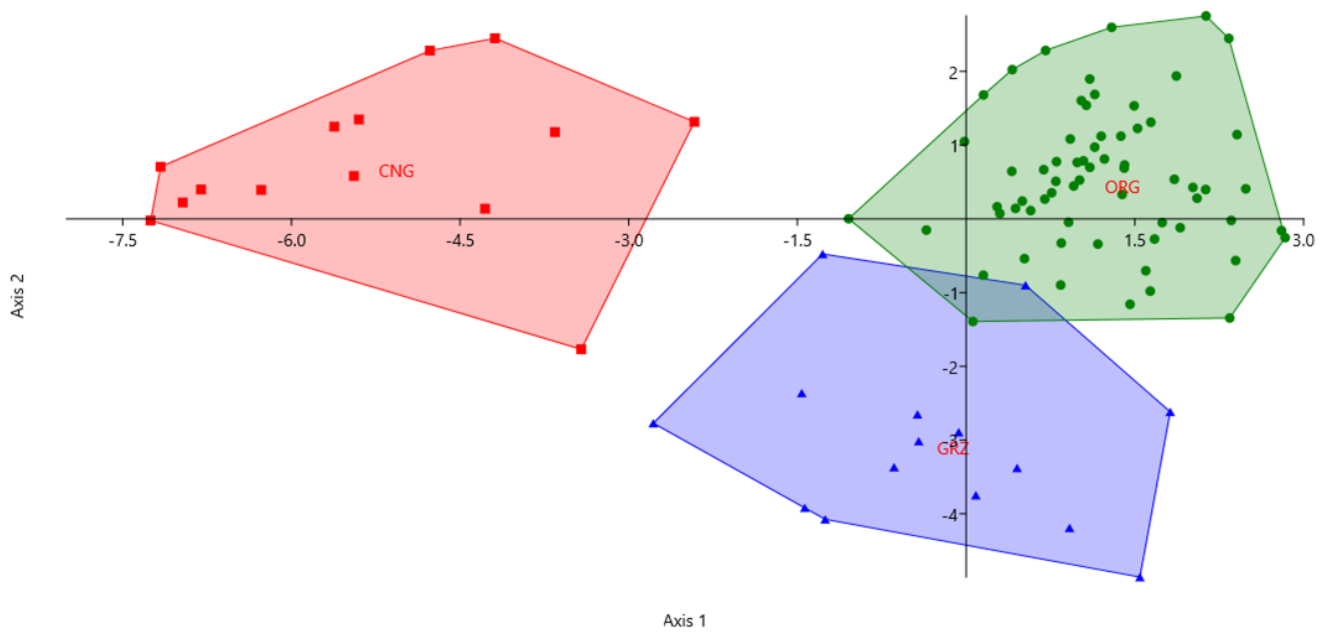
Table 5. Efficiency of the diets administered in the three farming systems: organic (ORG), conventional no-grazing (CNG) and conventional grazing (GRZ). Different superscript letter in the same row indicate differences statistically significant between groups (a<b).

	ORG	CNG	GRZ	<i>p</i>
Milk/DMI	1.11±0.037 ^a	1.31±0.077 ^b	1.36±0.076 ^b	**
Milk/UFL	1.36±0.047	1.39±0.100	1.51±0.100	
Milk/CP	8.28±0.371 ^a	10.9±0.795 ^b	9.61±0.774 ^b	**
Milk/Concentrate	6.85±0.688	3.72±1.46	5.88±1.44	

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Milk: milk production; DMI: dry matter intake (kg); CP: crude protein; Concentrate: concentrate intake (kg); UFL: unité fourragère lait, 1 UFL = 1.7 Mcal

586

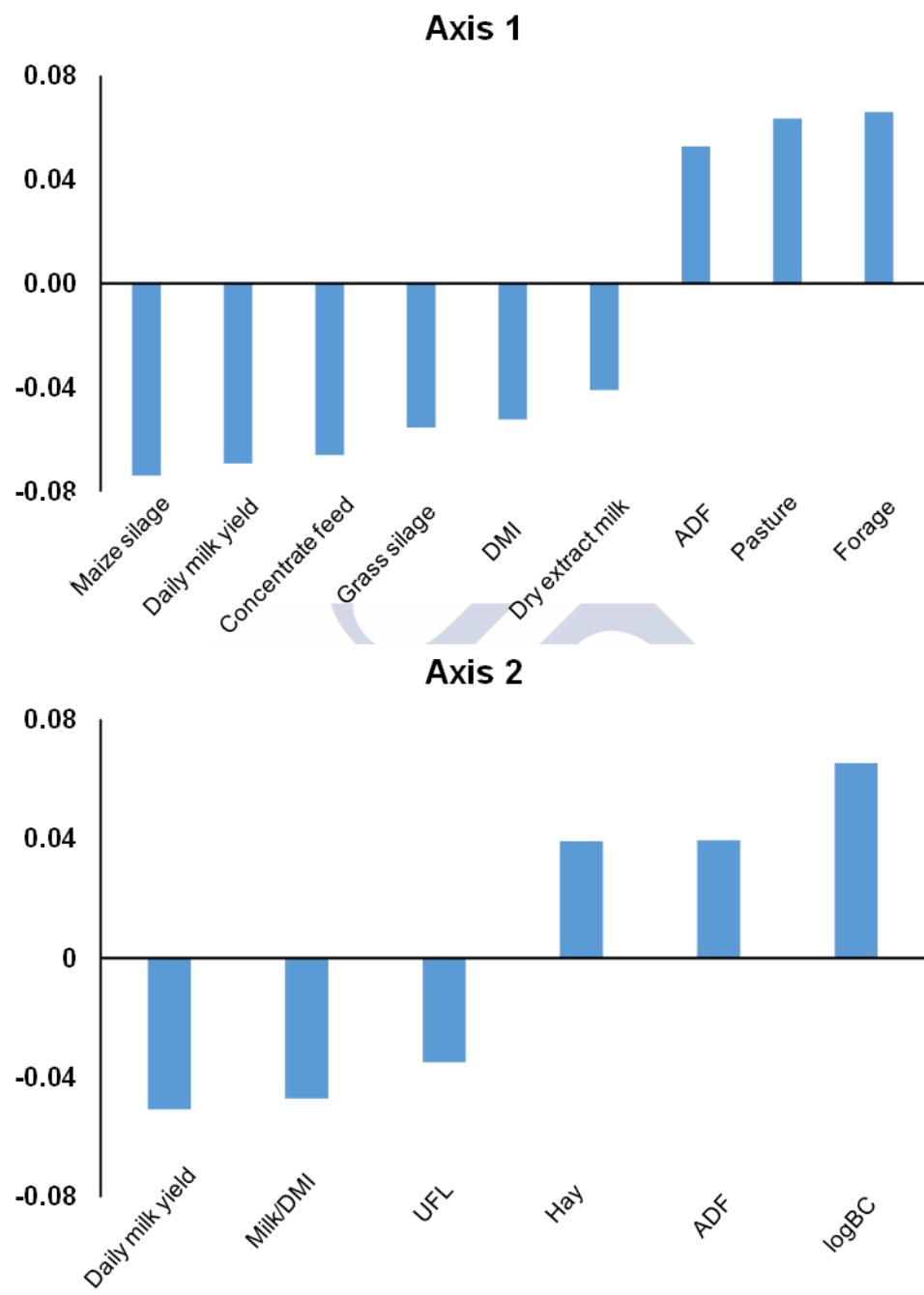


587

588

589 **Figure 1.** Linear discriminant analysis (LDA) 2D plot of all cases according to the
590 type of dairy farm: organic (ORG), conventional no-grazing (CNG) and grazing
591 (GRZ).

592



594

595

596

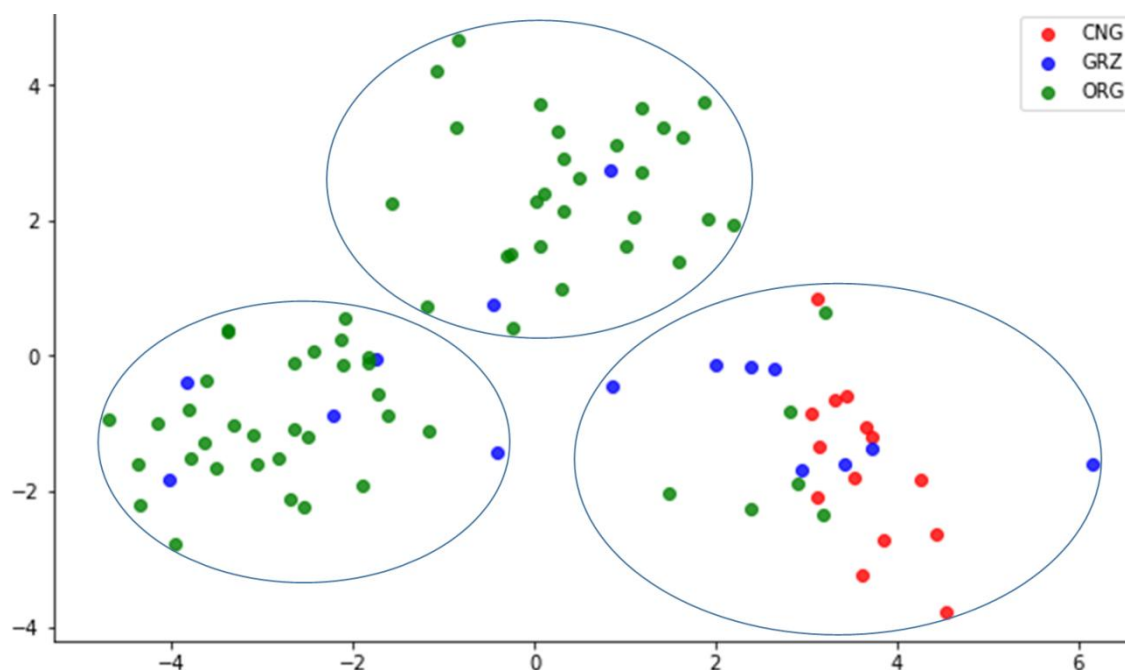
597

598

Figure 2. Loadings of the most discriminant variables to Axis 1 and Axis 2 in the linear discriminant analysis (LDA).

599

600



601

602

603 **Figure 3.** Representation of the clusters obtained after non-hierarchical K-means
 604 clustering method and the LDA 2D plot showing the separation of the three clusters
 605 and the relationship between the (non-supervised) clusters and the type of dairy
 606 farm: organic (ORG), conventional no-grazing (CNG) and conventional grazing
 607 (GRZ).

608

609



CAPÍTULO VI





CAPÍTULO VI

Orjales I, Herrero-Latorre C, Miranda M, Rey-Crespo F, Rodríguez-Bermúdez R, López-Alonso. 2017. Evaluation of trace element status of organic dairy cattle. *Animal*. Versión dixital.

DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731117002890>

DISCUSIÓN XERAL



DISCUSIÓN XERAL

A gandería ecolóxica de leite é un sector en crecemento que demanda información sobre como afrontar aquelas modificacións que se deben facer para acollerse a este tipo de produción cumprindo a normativa vixente. De todos os cambios que se deben facer para adaptarse a ecolóxico, probablemente os aspectos sanitarios e nutricionais son os máis importantes. Os primeiros debido ás restriccións no uso de tratamentos convencionais e ó énfase que se fai na prevención e no segundo caso, debido á necesidade de alimentar os animais a base de forraxe producida na propia granxa reducindo o uso de alimentos concentrados.

Todo o proxecto que conforma a presente Tese de Doutoramento está realizado nun total de 56 granxas ecolóxicas e 10 granxas convencionais distribuídas ó longo do norte de España. O número de granxas ecolóxicas participantes representa máis do 70% do total de granxas produtoras de leite ecolóxico de España (MAPAMA, 2016), polo que os resultados obtidos permiten dar unha visión real do sector. As granxas convencionais foron seleccionadas en función do tipo de manexo, intensivo (sen pastoreo) ou extensivo (con pastoreo), intentando representar as mesmas áreas xeográficas nas que se atopaban as granxas ecolóxicas para evitar cambios climáticos e medioambientais que puidesen modificar as conclusións do estudo.

Un dos piares da produción ecolóxica é a redución do uso de sustancias químicas entre elas os tratamentos convencionais e os antibióticos, facendo énfase na prevención das enfermidades mediante o manexo e a selección dos animais adecuados (EC, 2008). *Por esta razón, en primeiro lugar estudamos o número e os tipos de tratamentos usados nas granxas ecolóxicas.* O número medio de tratamentos realizados foi de 0.25 tratamentos/vaca/ano dos cales 0.03 foron destinados ó tratamento de mamite clínica. A lexislación europea indica que o número máximo de tratamentos por animal cada ano son 3 e no caso de superarse, o animal deixará de considerarse ecolóxico e deberá pasar de novo un período de conversión (EC, 2008). En canto ó tipo de tratamentos, debe destacarse que preto dun terzo das granxas usaron terapias alternativas, tanto fitoterapia como homeopatía, ou incluso unha combinación de ambas. O uso destas terapias está promovido pola propia lexislación europea que as propón como alternativa, deixando as terapias convencionais para aqueles casos onde as anteriores non fosen adecuadas ou non desen resultado. Con todo, as granxas que usaron tratamentos alternativos, especialmente homeopatía, tamén usaron en diferente medida tratamentos convencionais tanto para a mamite, o anestro e os tratamentos de secado. De feito, aínda que están promovidos pola lexislación europea, os estudos que existen sobre a eficacia dos tratamentos alternativos a nivel de granxa son escasos e contraditorios (Hektoen,

2005; Kockle et al., 2010; Werner et al., 2010; Sharma et al., 2014; Ebert et al., 2017) polo que non existe consenso en canto á súa efectividade. De feito, unha meta-análise publicada recentemente non atopou diferenzas significativas entre os tratamentos homeopáticos e o uso de placebos, indicando que debido ó pequeno número de estudos e á baixa calidade dos mesmos non se poden dar conclusións decisivas (Mathie e Clausen, 2015).

As razóns polas que os gandeiros decidiron usar este tipo de terapias foron múltiples destacando a normativa europea, a redución do uso de antibióticos e a presenza dun veterinario especialista en medicina alternativa. Estes resultados indican que os gandeiros ecolóxicos son conscientes da necesidade de reducir os tratamentos convencionais e polo tanto buscan alternativas que permitan manter a saúde do rebaño. Por outra banda, tamén se mostraron preocupados polo incremento das resistencias antibióticas, o que resulta na redución dos antimicrobianos en favor deste tipo de tratamentos alternativos. Estudos realizados en granxas ecolóxicas de Noruega indicaron tamén que un dos principais problemas que preocupaba ós gandeiros ecolóxicos eran as resistencias antibióticas, e que isto facía que comezasen a usar terapias alternativas como a homeopatía (Hektoen et al., 2004).

A mamite é a principal enfermidade do vacún leiteiro e causa graves perdas económicas para o gandeiro (Ruegg, 2009). Neste caso, a mamite tamén foi a patoloxía máis comunmente tratada con homeopatía, o que concorda cos resultados atopados en diferentes países europeos como Reino Unido (Hovi e Roderick, 2000; Weller e Bowling, 2000), Alemaña (Krömer e Pfannenschmidt, 2005) ou Irlanda (Egan, 1998). A ineficacia dos tratamentos convencionais no caso das mamites crónicas, xunto coas perdas económicas que levan asociados os períodos de suspensión dos antibióticos e outros tratamentos convencionais (dobre no caso das granxas ecolóxicas), fai que se intenten tratamentos alternativos, aínda que a eficacia dos mesmos sexa controvertida (Werner et al., 2010).

Por outra banda, tamén estudamos a influencia real de non usar tratamentos antibióticos na saúde do ubre. Os resultados indicaron que aquelas granxas ecolóxicas que non usaron tratamentos antibióticos tiveron recontos de células somáticas (RCS) (principal indicador da saúde do ubre) máis altos que as granxas convencionais ou ecolóxicas que usaron antibióticos. Existen a nivel mundial múltiples comparacións da saúde do ubre entre granxas ecolóxicas e convencionais, pero debido a que se tratan de estudos de campo non se atopou consenso e é difícil facer comparacións entre estudos. Por exemplo, mentres Hamilton et al. (2006) observaron menores RCS en granxas ecolóxicas, existen outros estudos que atoparon xustamente o contrario (Roesch et al., 2007; Rozzi et al., 2007).

As diferenzas no RCS atopadas entre as granxas incrementáronse co paso das lactacións: non se atoparon diferenzas entre as xovencas ecolóxicas sen tratamentos con antibióticos e as convencionais, mentres que ó irse incrementando o número de lactacións as diferenzas fixéronse maiores. O número de lactacións ten grande influencia no RCS, debido ó risco acumulado de ter infeccións intramamarias e á cronificación das infeccións co paso das sucesivas lactacións e infeccións (Reneau, 1986; Villar et al., 2016). Por outra banda, está demostrado que o ratio de cura diminúe tras sucesivos tratamentos antibióticos (Swinkels et

al., 2013). Neste sentido, as granxas ecolóxicas adoitan ter animais con maior número de lactacións que as convencionais (Stilgbauer et al., 2013), o que tamén incrementaría o RCS medio das granxas.

A monitorización e o control da mamite nas granxas ecolóxicas é un tema sobre o que non existe un consenso claro. *Por esta razón se realizou o estudo sobre cales eran os factores de manexo que tiñan unha maior influencia no RCS nas granxas ecolóxicas, e polo tanto que poderían ser puntos clave no control do mesmo.* Deste xeito, o número de lactacións, a produción leiteira, os tratamentos usados, a terapia de secado e o baño de tetos foron, por orde decrecente, os factores que máis afectaron de xeito significativo ó RCS. Tal e como se derivaba do anterior estudo, o número de lactacións e a produción leiteira eran factores que afectaban a este parámetro: un incremento no número de lactacións provoca un incremento no RCS mentres que un incremento na produción provoca unha redución no RCS. Neste sentido, a eliminación de vacas con elevado número de lactacións e con altos RCS crónicos é unha medida útil para controlar a mamite, xa que repretan unha posible fonte de infección para os animais sans da granxa. Por outra banda, está ben descrito na literatura que a produción leiteira exerce un efecto de dilución no RCS, sobre todo no pico de lactación (Rozzi et al., 2007). Por esta razón, cando se estuda a evolución do RCS ó longo da lactación, obsérvase que se produce un incremento cara o final da mesma, asociado a unha redución na produción leiteira.

Dentro dos factores propios de manexo, o uso de tratamentos alternativos é o que ten unha maior influencia na saúde da ubre, polo que non parecen unha opción terapéutica viable. Por outra banda, a realización de terapias de secado selectivas provocan reducións no RCS polo que a implementación das mesmas utilizando como criterios os altos RCS ó final da lactación e o historial de mamite previo (Ellis, 2015), parecen unha opción importante no control da mamite. Finalmente, tal e como se deriva da análise de regresión, o baño de tetos está considerado como un método efectivo para reducir a mamite clínica (Erschine e Eberhart, 1991) e polo tanto unha correcta rutina de muxido cunha adecuada hixiene da ubre son tamén factores clave para controlar o RCS das granxas ecolóxicas.

Do mesmo xeito que a mamite, as infeccións por helmintos son outro dos problemas fundamentais cos que se atopan as granxas ecolóxicas, fundamentalmente motivado por dous factores: a restrición no uso de tratamentos e o manexo a pastoreo que se fai dos animais (Ellis et al., 2011). *Por esta razón, estudamos a prevalencia dos principais helmintos que afectan ó vacún de leite nas zonas temperadas: F. hepatica, C. daubneyi, O. ostertagi e D. viviparus.* No caso da fasciolose, observamos que tanto a prevalencia individual como a carga parasitaria (usando a concentración de coproantixeno de *F. hepatica* en feces) eran menores ás reportadas de forma previa na mesma zona de estudo (13.3% vs. 16% e 5.36 ng/ml vs. 6.7 ng/ml; Mezo et al., 2008) aínda que o alto porcentaxe de granxas positivas a anticorpos de *F. hepatica* (72.7%) reflexa a ampla distribución deste trematodo. Pola contra, a prevalencia de *C. daubneyi* atopada nas granxas ecolóxicas (33.9%) foi maior ós datos previos da mesma zona (González-Warleta et al., 2013), coa presenza de animais con alta excreción de ovos nas

feces. Estes resultados asociáanse a un incremento xeneralizado deste helminto en diferentes países de Europa, tal e como explican Toolan et al. (2015). *Ostertagia ostertagi* é un nematodo de moi ampla distribución polo que todas as granxas mostraron exposición a este helminto. No caso de *D. viviparus* os resultados foron completamente diferentes, xa que a presenza deste nematodo broncopulmonar foi practicamente nula. Estes resultados probablemente se deban: por unha banda á baixa prevalencia deste helminto na zona de estudo (da que non se teñen datos previos) e tamén a que as análises foron feitas en animais adultos, e estes desenvolven inmunidade tras o primeiro contacto co parasito durante a primeira estación de pastoreo (Ploeger et al., 2012).

Un dos puntos máis importantes das infeccións por helmintos é que a maior parte delas se desenvolven de forma subclínica e causan importantes reducións na produción leiteira, que se traducen en perdas económicas para o gandeiro (Mezo et al., 2011). Neste caso, observamos que unha boa porcentaxe de granxas probablemente tivesen perdas produtivas asociadas á exposición a *F. hepatica* e *O. ostertagi*, xa que se excedía o límite indicado por Mezo et al. (2011) para *F. hepatica* e Forbes et al. (2008) para *O. ostertagi*.

Por outra banda, existe a preocupación sobre a eficacia dos tratamentos antihelmínticos e existen estudos que indican que se están desenvolvendo resistencias ós mesmos (Geurden et al., 2015; Bullen et al., 2016). Aínda que a utilización de antihelmínticos é necesaria en casos de infección patente, a prevención convértese no punto clave para o control parasitario. Cando os animais permanecen no pasto de forma continua, como é o caso das granxas ecolóxicas do norte de España, é moi difícil conseguir manter os animais libres de infección por helmintos, debido a que os ciclos biolóxicos se pechan no pasto (Keatinge et al., 2002). Ademais, un único tratamento con antihelmínticos nun animal que vive nun ambiente infectado só ten un efecto transitorio, reinfectándose nun curto período de tempo (Thamsborg et al., 2010). Neste sentido, un enfoque máis real que algúns autores indican é que na gandería ecolóxica débese buscar manter unha carga parasitaria mínima, que permita un adecuado benestar animal e que reduza mínimamente a produción leiteira (Thamsborg et al., 1999). Tamén se valora a posibilidade de que a relación parasito-hospedeiro poida verse modificada debido a que os animais en ecolóxico se atopan expostos ó reto parasitario dende unha idade máis temperá (Keatinge et al., 2002), o que reduciría a gravidade das lesións causadas polos parasitos e polo tanto das perdas produtivas.

Deixando a un lado os aspectos sanitarios, *o outro punto importante para a produción ecolóxica leiteira do norte de España é o estado nutricional dos animais*. Do mesmo xeito que existen restricións nos tratamentos, tamén existen modificacións na estratexia nutricional do gando que poden provocar cambios substanciais respecto ó sistema convencional (Weller e Bowling, 2007; Sorge et al., 2016). Dentro destes cambios, os puntos máis importantes son os asociados ó incremento no consumo de forrage e á redución na suplementación con concentrados. Os resultados obtidos indicaron que as granxas ecolóxicas recibirón un 16% menos de penso concentrado que as convencionais así como unha menor inxesta de materia seca. Ambos parámetros están relacionados de xeito positivo coa produción leiteira: unha suplementación estratéxica con concentrado incrementa os niveis de produción (Butler et al.,

2009; Blair, 2011), do mesmo xeito que a propia inxesta de materia seca, que se atopa correlacionada positivamente coa produción leiteira (Veerkamp e Thompson, 1999). Neste sentido, as granxas ecolóxicas mostraron producións significativamente menores que as convencionais, debidas probablemente ó menor consumo de materia seca e concentrado. Por outra banda, tamén está ben descrito que a inxesta de materia seca depende do tipo de alimento así como da calidade do mesmo (Mazumder and Kumagai, 2006; Baldinger et al., 2013). Neste sentido, as racións das granxas ecolóxicas presentaron maiores niveles de fibra ácido deterxente (ADF), o que nos indica *a priori* unha menor dixestibilidade das racións administradas (Cochran et al., 1986). A dixestibilidade dunha ración depende do tipo de alimento que a compoñe (en xeral, as forraxes son menos dixestibles que os grans dos concentrados; Dixon e Stockdale, 1999) así como do momento de colleita ou pastoreo das forraxes. As racións das granxas ecolóxicas presentaron maior porcentaxe de forraxe que os convencionais, o que en parte pode explicar estes resultados.

A enerxía é o factor limitante dos sistemas a pastoreo (Penno et al., 2001), especialmente daqueles que reciben baixa suplementación de concentrado. As racións das granxas ecolóxicas foron menos enerxéticas que as das granxas convencionais. Cabe destacar que a concentración enerxética do pasto foi similar entre granxas ecolóxicas e convencionais, pero a menor cantidade de ensilado de millo e de concentrado usado nas granxas ecolóxicas leva a unha menor concentración enerxética do total da ración. A inclusión de forraxes máis enerxéticas, como é o millo ou a remolacha, podería mellorar a enerxía da ración sen incrementar o aporte de concentrado (Blair, 2011). Ademais da enerxía, a inxesta proteica dos animais en produción leiteira é o outro punto clave da nutrición do vacún leiteiro. Neste caso, aínda que a inxesta total de proteína bruta foi similar nos tres sistemas, a concentración proteica das dietas foi maior nos sistemas a pastoreo (ecolóxico e convencional), probablemente debido a que o pasto tende a ter altos niveis de proteína, sobre todo se presenta leguminosas (Van Vuuren and Van Den Pol-Van Dasselaar, 2006; Hoffsteter et al., 2014).

Debido á baixa eficiencia da vacún de leite para transformar a proteína da dieta en proteína do leite (Weller e Bowling, 2007), é esencial que as dietas teñan un correcto balance enerxía-proteína. Tendo en conta o sistema INRA que utiliza a proteína dixestible en intestino (PDI) que depende da enerxía (PDIE) e que depende do nitróxeno (PDIN) como marcadores do balance enerxético-proteico, as granxas convencionais sen pastoreo mostraron dietas máis balanceadas (similar PDIE que PDIN), mentres que os sistemas a pastoreo presentaron maiores niveis de PDIN que de PDIE, provocado ou ben por un exceso de nitróxeno degradable na ración ou un defecto no aporte enerxético da mesma (INRA, 1989). De feito, o ratio entre a produción leiteira e a proteína bruta da dieta foi menor en granxas ecolóxicas, o que nos indica que unha boa parte da proteína da ración non se está transformando en proteína do leite (debido ó déficit enerxético da ración), polo que se estará eliminando coas feces e os ouriños, co conseguinte problema de contaminación medioambiental (Huhtanen et al., 2015).

O efecto das modificacións nas racións do gando vacún ecolóxico non só afecta ó balance enerxético e proteico senón que tamén pode afectar ó estado mineral dos animais. As granxas ecolóxicas consomen maior cantidade de forraxe que as convencionais e polo tanto unha menor cantidade de alimento concentrado. O concentrado representa o principal aporte mineral para o gando vacún leiteiro en sistemas convencionais, xa que de forma habitual se suplementa con amplos marxes de seguridade para evitar as deficiencias minerais. No gando ecolóxico, por tanto, o aporte mineral principal debe facerse a través da forraxe e do pastoreo, polo tanto un correcto manexo das prácticas agrícolas é fundamental (Kuusela e Khalili, 2002). As dietas das granxas ecolóxicas mostraron menores niveis de cobre (Cu), iodo (I), selenio (Se) e zinc (Zn) que as dietas das granxas convencionais, debido a que estes son os elementos que se suplementan de forma habitual no alimento concentrado. Por outra banda, o solo representou unha fonte de minerais para os animais a pastoreo sobre todo no caso de aqueles minerais que se atopan en moi altas concentracións no sólo en comparación coas plantas (ferro (Fe) e I; Healy, 1973). De feito, o consumo de solo pode chegar a representar ata o 18% da materia orgánica no gando vacún en pastoreo (Thornton e Abrahams, 1983). Con todo, o consumo de solo tamén se realiza a través da contaminación da forraxe, especialmente no caso do ensilado de herba, que debido ó xeito de cultivo ten maior probabilidade de que se contamine que outras forraxes como o feo, a alfalfa ou o ensilado de millo (Blair, 2011).

Outro punto importante é que non se aprezoaron diferenzas en canto a contido de minerais traza entre a forraxe producida en granxas ecolóxicas e a producido en granxas convencionais. De feito, o único alimento que mostrou diferenzas entre un sistema e outro foi o alimento concentrado, debido a esa elevada suplementación que se fai nos sistemas convencionais.

En relación ós animais, aínda que o soro non sempre é o mellor indicador para ver o estado mineral (López-Alonso, 2012), de forma xeral non se detectaron diferenzas entre ambos tipos de granxas. Con todo, a concentración de certos elementos (I, Cu e Se) atopouse por debaixo dos límites de referencia indicados (Alderman e Stranks, 1967; Gerloff, 1992; Puls, 1994) sobre todo naquelas granxas nas que as dietas tamén se atopaban por debaixo dos requerimentos nutricionais adecuados.

No caso dos elementos tóxicos, os niveis nas dietas e nos soros dos animais estiveron por debaixo do límite establecido en ambos sistemas. Limitar a exposición a estes metais tóxicos é esencial para evitar a transmisión dos mesmos a través dos alimentos de orixe animal. No caso dos sistemas ecolóxicos, debido ó maior aproveitamento do pastoreo, podería ocorrer unha maior exposición a certos elementos tóxicos, sobre todo en zonas industriais, de elevada contaminación ou con prácticas agrícolas intensivas (Aitken, 1997; Franco-Uría et al., 2009; Bolan et al., 2014).

É interesante destacar que mediante a realización das análises multivariantes quimiométricas se conseguiu identificar as dúas fontes fundamentais de aporte mineral. A primeira relacionada co aporte de concentrado que é a principal fonte dos elementos traza que se suplementan de forma habitual para previr as deficiencias minerais (Co, Cu, I, Se e Zn). A segunda relacionada coa inxestión de solo ou ben durante o pastoreo ou ben mediante a

forraxe contaminada, que representa a principal fonte de elementos traza non suplementados ou ben cunha maior concentración no solo e nas forraxes que no suplemento mineral: cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni), Fe e manganeso (Mn).



CONCLUSIONS



CONCLUSIONS

- I. Alternative therapies were used in Northern Spain lower than other European Countries, probably due to the poor tradition in human medicine. The main motivation for their use is the need to reduce chemical substances promoted by the Organic Regulations and the treatment of clinical mastitis is its main use. Although alternative therapies seem to be an alternative to reduce antibiotic treatments and are explicitly indicated by European Organic Regulations, more quality scientific studies are necessary to know the efficacy of these therapies and to improve their use.
- II. Somatic cell count (SCC) was higher in organic farms not using antibiotics compared with organic and conventional farms using antibiotic treatments. For primiparous cows, udder health was similar between organic and conventional farms, but worsens throughout their productive life in the organics, possibly due to chronic infections because of the limited use of antibiotics. In fact, organic farms not using antibiotics showed higher occurrence of both subclinical and clinical mastitis in animals with 4 or more parities. Although the reduction of antibiotics is needed on organic farms, the measures to reduce SCC (especially in older cows) are not as effective as conventional measures, therefore preventive management practices are essential for the mastitis control.
- III. As antibiotic treatments are highly restricted in organic dairy farming, prevention becomes essential to control udder infection. This study enabled us to analyze the main management factors that should be considered to improve the udder health status on organic farms: 1) elimination of older cows with high SCC; 2) use of antibiotic treatments at least in cows with high SCC indicating clinical mastitis; and 3) establishment of an appropriate milking routine including teat dipping.
- IV. Helminth infections in organic dairy farms were similar or even lower than previous data reported from conventional farming. Although organic farms were highly exposed to *Fasciola hepatica*, only a small proportion of animals presented active infection. The prevalence of *Calicophoron daubneyi* was higher compared with previous data, but consistent with the increasing prevalence observed in other countries in the last years. All farms studied were exposed to *Ostertagia ostertagi* although exposure levels were lower than previous data. The prevalence of *Dictyocaulus viviparus* was almost negligible. Special attention should be paid to the impact of helminth infections on milk production.

- V. Diets from organic and conventional farms were considerably different, especially in the ingredients used, which allowed to differentiate the three systems in the multivariate analysis. Organic farms had lower dry matter intake and consequently lower energy intake because of the lower percentage of concentrate and corn silage used in the diets. The protein intake was similar between systems, whereas the efficiency of the protein utilization was lower in organic farms, probably because of the lower energy concentration of the diets. In order to improve the protein efficiency and consequently to reduce the environmental nitrogen losses, organic farms could try increase the energy concentration of the diets improving the forage management and including higher energy forages in the rations.
- VI. Organic and conventional dairy cattle in northern Spain did not show significant differences in trace element concentrations in blood serum. However, trace element concentrations in the locally produced forage and the used concentrate feed in the organic farms is low. The trace element concentrations were also low in conventional forage, but the trace element status in conventionally-managed cows is generally adequate as mineral supplements are routinely added. The chemometric analysis of feed data allowed to identified two main sources of trace elements: (i) concentrate feed as the main source of trace elements included in the mineral supplements at concentrations higher than in the other feedstuffs (mainly cobalt, copper, iodine, selenium and zinc), thus preventing mineral deficiencies, and (ii) ingestion of soil (during grazing or consumption of soil contaminated forage) as the main source of trace elements that are not supplemented (chromium, molybdenum and nickel), trace elements supplemented but present at higher concentrations in soil/forage than in mineral supplements (iron, manganese), and toxic elements (arsenic, cadmium and lead).



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- Agle, M., Hristov, A.N., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P.M., Vaddella, V.K. 2010. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93, 4211-4222.
- Ahlman, T. 2010. Organic dairy production. Doctoral Thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Uppsala University, pp. 1-59.
- Ahlman, T., Berglund, B., Rydhmer, L., Strandberg, E. 2011. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *Journal of Dairy Science*. 94, 1568-1575.
- Aitken, M.N. 1997. Short-term leaf surface adhesion of heavy metals following application of sewage sludge to grassland. *Grass and Forage Science*. 52(1), 73-85.
- Alderman, G., Stranks, M.H. 1967. The iodine content of bulk herd milk in summer in relation to estimated dietary iodine intake of cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 18, 151-153.
- Alroe, H.F., Noe, E. 2008. What makes organic agriculture move: protest, meaning or market? A polyocular approach to the dynamics and governance of organic agriculture. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*. 7, 5-22.
- Arias, M., Lomba, C., Dacal, V., Vázquez, L., Pedreira, J., Francisco, I., Piñeiro, P., Cazapal-Monteiro, C., Suárez, J.L., Díez-Baños, P., Morondo, P., Sánchez-Andrade, R., Paz-Silva, A. 2011. Prevalence of mixed trematode infections in an abattoir receiving cattle from northern Portugal and north-west Spain. *Veterinary Record*. 168, 408-411.
- Bach, A., Calsamiglia, S. 2002. Manual de racionamiento para el vacuno lechero. Ed. Servet, S.L. Spain.
- Baldinger, L., Zollitsch, W., Knaus, W.F. 2011. Maize silage and Italian ryegrass silage as high-energy forages in organic dairy cow diets: Differences in feed intake, milk yield and quality, and nitrogen efficiency. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 1-10.
- Bannerman, D.D. 2009. Pathogen-dependent induction of cytokines and other soluble inflammatory mediators during intramammary infection of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87, 10-25.
- Bennedsgaard, T.W., Thamsborg, S.M., Vaarst, M., Enevoldsen, C. 2003. Eleven years of organic dairy production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. *Livestock Production Science*. 80, 121-131.
- Blair, R. 2011. Nutrition and Feeding of Organic Cattle. Ed. Cab International. Reading, UK.

- Blanco-Penedo, I., Cruz, J., López-Alonso, M., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., Benedito, J. 2006. Influence of copper status on the accumulation of toxic and essential metals in cattle. *Environment International*. 32, 901-906.
- Blanco-Penedo, I. 2008. Situación actual de las granjas ecológicas de ganado vacuno de Galicia. Comparación con los sistemas de explotación tradicional e intensivo. Tesis doctoral. Departamento de Patoloxía Animal. Universidade de Santiago de Compostela, pp. 1-347.
- Blanco-Penedo, I., Shore, R., Miranda, M., Benedito, J., López-Alonso, M. 2009. Factors affecting trace element status in calves in NW Spain. *Livestock Science*. 123, 198-208.
- Bloemhoff, Y., Forbes, A., Good, B., Morgan, E., Mulcahy, G., Strube, C., Sayers, R. 2015. Prevalence and seasonality of bulk milk antibodies against *Dictyocaulus viviparus* and *Ostertagia ostertagi* in Irish pasture-based dairy herds. *Veterinary Parasitology*. 209, 108-116.
- Bowman, D.D. 2011. *Georgis Parasitología para veterinarios* 9th. Ed. Elsevier Saunders. Ithaca, New York.
- Bolan, N., Kunhikrishnan, A., Thangarajan, R., Kumpiene, J., Park, J., Makino, T., Kirkham, M.B., Scheckel, K. 2014. Remediation of heavy metal(loid)s contaminated soils - To mobilize or to immobilize? *Journal of Hazardous Materials*. 266, 141-166
- Bourgougnon, N., Stiger-Pouvreau, V. 2011. Chemodiversity and Bioactivity within Red and Brown Macroalgae Along the French coasts, Metropole and Overseas Departements and Territories. En: *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*, ed. Se-Kwon Kim, John Wiley & Sons. Republic of Korea, pp. 156-168.
- Brunet, S., Aufrere, J., Babili, F., Fouraste, I., Hoste, H. 2007. The kinetics of exsheathment of infective nematode larvae is disturbed in the presence of a tannin-rich plant extract (sainfoin) both in vitro and in vivo. *Parasitology*. 134, 1253-1262.
- Brunet, S., Jackson, F., Hoste, H. 2008. Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) extract and monomers of condensed tannins on the association of abomasal larvae with fundic explants. *International Journal for Parasitology*. 38, 783-790.
- Bullen, S.L., Beggs, D.S., Mansell, P.D., Runciman, D.J., Malmo, J., Playford, M.C., Pymana, M.F. 2016. Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of dairy cattle in the Macalister Irrigation District of Victoria. *Australian Veterinary Journal*. 94, 35-41.
- Busato, A., Trachsel, P., Schallibaum, M., Blum, J.W. 2000. Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy farms in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine*. 44, 205-220.
- Butler, G., Collomb, M., Rehberger, B., Sanderson, R., Eyre, M., Leifert, C. 2009. Conjugated linoleic acid isomer concentrations in milk from high- and low-input management dairy systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89, 697-705.
- Byodynamics, 2017. What is byodynamics? Disponible en: <https://www.biodynamics.com/what-is-biodynamics>
- Cabaret, J., Bouilhol, M., Mage, C. 2002. Managing helminths of ruminants in organic farming. *Veterinary Research*. 33, 625-640.

- Cabaret, J. 2003. Animal health problems in organic farming: subjective and objective assessments and farmer's actions. *Livestock Production Sciences*. 80, 99-108.
- Cazapal-Monteiro, C.F., Hernández, J.A., Arroyo, F.L., Miguélez, S., Romasanta, A., Paz-Silva, A., Sánchez-Andrade, R., Arias MS. 2015. Analysis of the effect of soil saprophytic fungi on the eggs of *Baylisascaris procyonis*. *Parasitology Research*. 114 (7), 2443-2450.
- Chládek, G., Zapletal, D. 2007. A free-choice intake of mineral blocks in beef cows during the grazing season and in winter. *Livestock Science*. 106, 41-46.
- Chander, M., Subrahmanyeswari, B., Mukherjee, R., Kumar, S. 2011. Organic livestock production: An emerging opportunity with new challenges for producers in tropical countries. *Revue Scientifique et Technique-OIE*. 30, 969.
- Charlier, J., Claerebout, E., Vercruysse, J. 2011. Diseases of dairy animals, parasites, internal. Gastrointestinal nematodes. En: *Encyclopedia of Dairy Science*. San Diego, pp. 258-263.
- Clark, T., Xin, Z., Du, Z., Hemken, R. 1993. A field trial comparing copper sulfate, copper proteinate and copper oxide as copper sources for beef cattle. *Journal of Dairy Science*. 76, 334.
- Close, WH. 2006. Trace mineral nutrition of pigs. Meeting production and environmental objectives. *EAAP Annual Meeting: Antalya, Turkey*.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Wallace, J.D., Galyean, M.L. 1986. Predicting digestibility diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. *Journal of Animal Science*. 63, 1476-1483.
- Commision Regulation (EC). 2008. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. *Official Journal of the European Union*. L250, 1-132.
- Coonan, C., Freestone-Smith, C., Allen, J., Wilde, D. 2002. Determination of the major mineral and trace element balance of dairy cows in organic production systems. En: *Proceeding of Organic Meat and Milk from Ruminants*. 181-183.
- Cortiñas, F.J., Cazapal-Monteiro, C.F., Hernández, J.A., Arroyo, F.L., Miguélez, S., Suárez, J., López de Arellano, M.E., Sánchez-Andrade, R., Mendoza de Gives, P., Paz-Silva, A., Arias, M. 2015. Potential use of *Mucor circinelloides* for the biological control of certain helminths affecting livestock reared in a care farm. *Biocontrol Science and Technology*. 25(12), 1443-1452.
- Council Regulation (EC). 1991. Council Regulation (EEC) No 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs. *Official Journal of the European Union*. L198, 1-15.
- Council Regulation (EC). 2007. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. *Official Journal of the European Union*. L189, 1-23.
- CRAEGA, 2014. Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia. Que é e para qué sirve? Disponible en: <http://www.craega.es/index.php/consello-ga/funcions-gaa/>

- CRAEGA, 2016. Memoria anual de actividades do ano 2015 do Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia. Disponible en: http://www.craega.es/images/pdf/memoria/memoria_2015.pdf
- Díaz, P., Pedreira, J., Sánchez-Andrade, R., Suárez, J.L., Arias, M.S., Francisco, I., Fernández, G., Díez-Baños, P., Morrondo, P., Paz-Silva, A. 2007. Risk periods of infection by *Calicophoron daubneyi* in cattle from oceanic climate areas. *Parasitology Research*. 101, 339–342.
- Dixon, R.M., Stockdale, C.R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research*. 50,757-773.
- Dohoo, I.R., Martin, S.W. 1984. Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. IV. Effects of disease on production. *Preventive Veterinary Medicine*. 2, 755–770.
- Duncan, J., Armour, J., Bairden, K., Urquhart, G., Jorgensen, R. 1979. Studies on the epidemiology of bovine parasitic bronchitis. *Veterinary Record*. 104, 274–278.
- Eastridge, M.L. 2006. Major advances in applied dairy cattle nutrition. *Journal of Dairy Science*. 89, 1311-1323.
- Ebert, F., Staufenbiel, R., Simons, J., Pieper, L. 2017. Randomized, blinded, controlled clinical trial shows no benefit of homeopathic mastitis treatment in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 100, 4857–4867
- Edmonson, P.W., Bramley, A.J. 2001. Mastitis. En: *Bovine Medicine Disease and Husbandry of Cattle*. Ed. Andrews, A.H. Blackwell Science, pp. 326-336.
- Egan, J.A. 1998. A questionnaire survey on the uptake of homoeopathic mastitis remedies in Irish dairy herds. *Irish Veterinary Journal*. 51, 141-143.
- Ellis, K.A., Innocent, G.T., Mihm, M., Cripps, P., McLean, W.G., Howard, C.V., Grove-White, D. 2007. Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. *Journal of Dairy Research*. 74, 302–310.
- Ellis, K.A., Jackson, A., Bexiga, R., Matthews, J., McGoldrick, J., Gilleard, J., Forbes, A.B. 2011. Use of diagnostic markers to monitor fasciolosis and gastrointestinal nematodes on an organic dairy farm. *Veterinary Record*. 169(20), 524.
- Ellis, K. 2015. Organic dairy farms. En: *Bovine Medicine*. Ed. Peter Cockcroft. Wiley Blackwell. pp:476-486.
- Erskine, R.J., Eberhar, R.J. 1991. Post-milking teat dip use in dairy herds with high or low somatic cell counts. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 199, 1734–1736.
- EUROSTAT, 2016. Organic farming statistics 2016. Disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics#Organic_farming_statistics
- European Council. 2017. New European Rules in organic farming. Disponible en: <http://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2017/06/28-rules-organic-farming/>
- Fairweather, I., Boray, J.C. 1999. Fasciolicides: Efficacy, Actions, Resistance and its Management. *The Veterinary Journal*. 158, 81-112.

- Fall, N., Emanuelson, U., Martinsson, K., Jonsson, S. 2008. Udder health at a Swedish research farm with both organic and conventional dairy cow management. *Preventive Veterinary Medicine*. 83, 186-195.
- Fetrow, J., Mann, D., Butcher, K., McDaniel, B. 1991. Production losses from mastitis: carry-over from the previous lactation. *Journal of Dairy Science*. 74, 833-839.
- Forbes, A.B., Vercruysse, J., Charlier, J. 2008. A survey of the exposure to *Ostertagia ostertagi* in dairy cow herds in Europe through the measurement of antibodies in milk samples from the bulk tank. *Veterinary Parasitology*. 157, 100-107.
- Franco-Uriá, A., López-Mateo, C., Roca, E., Fernández-Marcos, M.L. 2009. Source identification of heavy metals in pastureland by multivariate analysis in NW Spain. *Journal of Hazardous Materials*. 165(1-3), 1008-1015.
- García-González, J.J. 1984. El cultivo de la alfalfa en zonas húmedas. Ed. Publicaciones de extensión agraria. Madrid, pp. 1-20.
- García-Romero, C. 2008. Fitoterapia en Ganadería Ecológica. Editorial Agrícola Española. España.
- Geurden, T., Chartier, C., Fanke, J., Frangipane di Regalbono, A., Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G., Demeler, J., Vanimisetti H.B., Bartram, D.J., Denwood, M.J. 2015. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 5, 163-171.
- Gerloff, B.J. 1992. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 70, 3934-3940.
- González-Warleta, M., Lladosa, S., Castro-Hermida, J.A., Martínez-Ibeas, A.M., Conesa, D., Muñoz, F., López-Quílez, A., Manga-González, Y., Mezo, M. 2013. Bovine paramphistomosis in Galicia (Spain): Prevalence, intensity, aetiology and geospatial distribution of the infection. *Veterinary Parasitology*. 191, 252-263.
- Govasmark, E., Steen, A., Ström, T., Hansen, S., Ram Singh, B., Bernhoft, A. 2005. Status of selenium and vitamin E on Norwegian organic sheep and dairy cattle farms. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section Animal Science*. 55, 40-46.
- Griffiths, L., Loeffler, S., Socha, M., Tomlinson, D., Johnson, A. 2007. Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. *Animal Feed Science and Technology*. 137, 69-83.
- Gupta, U.C., Wu, K., Liang, S. 2008. Micronutrients in soils, crops, and livestock. *Earth Science Frontiers*. 15, 110-125.
- Haas, G., Deittert, C., Köpke, U. 2007. Farm-gate nutrient balance assessment of organic dairy farms at different intensity levels in Germany. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 22, 223-232.
- Hamilton, C., Emanuelson, U., Forslund, K., Hansson, I. Ekman, T. 2006 Mastitis and related management factors in certified organic dairy herds in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 48, 1-7.

- Hardeng, F., Edge, V.L. 2001 Mastitis, ketosis, and milk fever in 31 organic and 93 conventional Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 84, 2673-2679.
- Haskell, M.J., Langford, F.M., Jack, M.C., Sherwood, L., Lawrence, A.B, Rutherford, K.M.D. 2009. The effect of organic status and management practices on somatic cell counts on UK dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 92, 3775-3780.
- Hayasida, M., Orden, E.A., Cruz, E.M., Cruz, L.C., Fujihara, T. 2004. Effects of concentrate supplementation on blood mineral concentration of growing upgraded Philippine goats. *Animal Science Journal*. 75, 139-145.
- Healy, W. 1973. Nutritional aspects of soil ingestion by grazing animal. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Ed. Buller, S.W., Bailey, R.W, pp. 567–588. New York, USA,
- Heckman, J. 2006. A history of organic farming: Transitions from Sir Albert Howard's War in the Soil to USDA National Organic Program. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 21, 143-150.
- Hektoen, L., Larsen, S., Odegaard, S.A., Loken, T. 2004. Comparison of homeopathy, placebo and antibiotic treatment of clinical mastitis in dairy cows and methodological issues and results from a randomized clinical trial. *Journal of Veterinary Medicine A: Physiology, Pathology, Clinical Medicine*. 51, 439-446.
- Hektoen, L. 2005. Review of the current involvement of homeopathy in veterinary practice and research. *Veterinary Record*. 157, 224-229.
- Herdt, T.H., Hoff, B. 2011. The use of blood analysis to evaluate trace mineral status in ruminant livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 27(2), 255-283.
- Hermansen, J.E. 2003. Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectations. *Livestock Production Science*. 80, 3-15.
- Hernández, J.A., Arroyo, F.L., Suárez, J., Cazapal-Monteiro, C.F., Romasanta, Á., López-Arellano, M.E., Pedreira, J., de Carvalho, L.M.M., Sánchez-Andrade, R., Arias, M.S., de Gives, P.M., Paz-Silva, A. Feeding horses with industrially manufactured pellets with fungal spores to promote nematode integrated control. *Veterinary Parasitology*. 15, 229-237.
- Hogan, J., Smith, K.L. 2012. Managing Environmental Mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 28, 217-224.
- Höglund, J., Svensson, C., Hesse, A. 2001. A field survey on the status of internal parasites in calves in organic dairy farms in southwestern Sweden. *Veterinary Parasitology*. 99, 113–128.
- Hofstetter, P., Frey, H.J., Gazzarin, C., Wyss, U. Kunz, P. 2014. Dairy farming: indoor vs. pasture-based feeding. *Journal of Agricultural Science*. 152, 994-1011.
- Hope-Cawdery, M.J. 1984. Review of the economic importance of fascioliasis in sheep and cattle. *Irish Veterinary News*. 714–22.
- Hopkins, A., Adamson, A., Bowling, P. 1994. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*. 49, 9-20.

- Horn, M., Steinwidder, A., Podstatzky, L., Gasteiner, J., Zollitsch, W. 2012. Comparison of two different dairy cow types in an organic, low input milk production system under Alpine conditions. *Agriculture and Forestry Research*. 362, 322-325.
- Hovi, M., Roderick, S. 2000. Mastitis in organic dairy herds in England and Wales. *Proceedings of British Mastitis Conference*, pp. 86.
- Hovi, M. 2001. Alternative therapy use on UK organic farms – constraints and pitfalls. *Proceedings 5th NAHWOA Workshop*. Rodding, Denmark, pp. 6-12.
- Hovi, M., Sundrum, A., Thamsborg, S.M. 2003. Animal health and welfare in organic livestock production in Europe: current state and future challenges. *Livestock Production Science*. 80, 41-53.
- Huhtanen, P., Cabezas-García, E.H., Utsumi, S., Zimmerman, S. 2015. Comparison of methods to determine methane emissions from dairy cows in farm conditions. *Journal of Dairy Science*. 98, 3394-3409.
- IFOAM, 2005. The IFOAM basic standards for organic production and processing. International Federation of Organic Agricultural Movements. Disponible en: http://www.ifoam.org/sites/default/files/page/files/norms_eng_v4_20090113.pdf
- IFOAM, 2013. IFOAM history. Disponible en: <https://www.ifoam.bio/en/about-us/history>
- IFOAM, 2014. Sir Albert Howard. Disponible en: <http://www.ifoam.org/en/sir-albert-howard>.
- IFOAM. 2017. 2016 Consolidated Annual Report of IFOAM: organics international. Disponible en: http://www.ifoam.bio/sites/default/files/annual_report_2016.pdf
- INRA (L'Institut national de la recherche agronomique). 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments. Tables Inra 2007. Editions Quae, Versailles, France.
- Jensen, L.S., Schjoerring, J.K. 2011. Benefits of nitrogen for food, fibre and industrial production. En: *The European Nitrogen Assessment*. Eds. Sutton, M.S., Howard, C.M., Erisman, J.W., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., van Grinsven, H., Grizzetti, B.. Publisher Cambridge University Press. pp. 1-61.
- Johnson, M., Mackintosh, C., Labes, R., Taylor, M., Wharton, D. 2003. *Dictyocaulus* species: cross infection between cattle and red deer. *New Zealand Veterinary Journal*. 51, 93-98.
- Jones, R.A., Brophy, P.M., Mitchell, E.S., Williams, H.W. 2017. Rumen fluke (*Calicophoron daubneyi*) on Welsh farms: prevalence, risk factors and observations on co-infection with *Fasciola hepatica*. *Parasitology*. 144, 237-247.
- Jonker, J.S., Kohn, R.A., Erdman, R.A. 1998. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 81, 2681-2692.
- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace elements in soils and plants 4th Ed. Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.
- Kauffman, A.J., St-Pierre, N.R. 2001. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. 84, 2284-2294.
- Keatinge R., Jackson F., Kyriazakis I., Cork S.A. 2002. Developing parasite control strategies in organic systems. En: Powell, J. (Eds.) *Proceedings of the UK Organic Research 2002*

- Conference, Organic Centre Wales, Institute of Rural Studies, University of Wales Aberystwyth, pp. 341–346.
- Kijlstra, A., van der Werf, J. 2005. Analysis of disease prevalence and medical treatments in organic dairy herds in the Netherlands. Proceedings 4th Sustainable Animal Health Food Safety Organic Farming Workshop., Frick Switzerland, pp. 157–164.
- Kirk, J., Slade, K., Kyriazakis, I., Zervas, G. 2002. An investigation into UK consumer perception of organic lamb. Proceeding of Organic Meat and Milk from Ruminants, Athens, pp. 157–161.
- Kohn, R.A. Kalscheur, K.F., Russek-Cohen, E. 2002. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. Journal of Dairy Science. 85, 227–233.
- Kockle P, Ivmeyer S, Butler G, Maeschli A, Heil F. 2010. A randomized controlled trial to compare the use of homeopathy and internal teat sealers for the prevention of mastitis in organically farmed dairy cows during the dry period and 100 days post-calving. Homeopathy. 99, 90–98.
- Kristensen, E.S., Kristensen, I.S. 1992. An analysis of nitrogen input, yield and loss in organic and conventional dairy farms in Denmark. En: Proceedings of EC Workshop on the Potencial and Limits of Organic Farming. Belgium, pp. 8-13.
- Krömer V, Pfannenschmidt F. 2005. Mastitis incidence and therapy in organic dairy farms. En: Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel, Germany, pp 409-410.
- Kuusela, E., Khalili, H. 2002. Effect of grazing method and herbage allowance on the grazing efficiency of milk production in organic farming. Animal Feed Science and Technology. 98, 87-101.
- Larsen, M.N., Roepstorff, A. 1999. Seasonal variation in development and survival of *Ascaris suum* and *Trichuris suis* eggs on pastures. Parasitology. 119, 209-220.
- LeBlanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. Journal of Reproduction and Development. 56, S29-S35.
- López-Alonso, M., Montaña, F.P., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., Benedito, J.L. 2004. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. BioMetals. 17, 389-397.
- Lopez-Alonso, M., Miranda, M., Blanco Penedo, I. 2011. Potentials and Limitations of Husbandry Practice in Sustainable Systems to Secure Animals' Mineral Nutrition. En: Agricultural Research Updates Volume 2. Ed. Hendriks, B.P. Nova Science Publishers, New York, USA, pp. 289-308.
- López-Alonso, M. 2012. Trace minerals and livestock: not too much, not too little. International Scholarly Research Network (ISRN) Veterinary Science. Article ID 704825, 18 pages.
- López-Alonso, M., Rey-Crespo, F., Orjales, I., Rodríguez-Bermúdez, R., Miranda, M. 2016. Effects of different strategies of mineral supplementation (marine algae alone or combined with rumen boluses) in organic dairy systems. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 100(5), 836-843.
- López-Alonso, M., Rey-Crespo, F., Herrero-Latorre, C., Miranda M. 2017. Identifying Sources of Metal Exposure in Organic and Conventional Dairy Farming. Chemosphere. 185, 1048-1055.

- Lund, V. 2002. Ethics and animal welfare in organic animal husbandry. Doctoral Thesis, acta Universitatis agriculturae Sueciae Veterinaria. Sveriges lantbruksuniversitet. Skara, Sweden, pp. 1-195.
- MAGRAMA. 2014. La agricultura ecológica en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/>
- Makovec, J.A., Ruegg, P.L. 2003. Results of Milk Samples Submitted for Microbiological Examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *Journal of Dairy Science*. 86, 3466-3472.
- Malrait, K., Verschave, S., Skuce, P., Van Loo, H., Vercruysse, J., Charlier, J. 2015. Novel insights into the pathogenic importance, diagnosis and treatment of the rumen fluke (*Calicophoron daubneyi*) in cattle. *Veterinary Parasitology*. 207, 134-139.
- MAPAMA, 2016. Agricultura ecológica. Estadísticas 2015. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/estadisticaseco2015connipoymetadatos_tcm7-449598.pdf
- Marley, C.L., Weller, R.F., Neale, M., Main, D.C.J., Roderick, S., Keatinge, R. 2010. Aligning health and welfare principles and practice in organic dairy systems: a review. *Animal*. 4, 259-271.
- Mas-Coma, S., Valero, M.A., Bargues, M.D. 2000. Climate change effects on trematodiasis, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. *Veterinary Parasitology*. 163, 264-280.
- Mathie, R.T., Clausen, J. 2015. Veterinary homeopathy: meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. *Homeopathy*. 104, 3-8.
- Mazumder, A.R., Kumagai, H. 2006. Analyses of factors affecting dry matter intake of lactating dairy cows. *Animal Science Journal*. 77, 53-62.
- Mezo, M., González-Warleta, M., Castro-Hermida, J.A., Ubeira, F.M. 2008. Evaluation of the flukicide treatment policy for dairy cattle in Galicia (NW Spain). *Veterinary Parasitology*. 157, 235-243.
- Mezo, M., González-Warleta, M., Castro-Hermida, J.A., Muiño, L., Ubeira, F.M. 2011. Association between anti-F. hepatica antibody levels in milk and production losses in dairy cows. *Veterinary Parasitology*. 180, 237-242.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 1995. *Animal Nutrition* 5th. Eds. Longman Scientific and Technical/ John Wiley & Sons, New York, USA.
- Michelsen, J., 2001. Recent development and political acceptance of organic farming in Europe. *Sociologia ruralis*. 41, 3-20.
- Miller, W. J. 1989. Nutrición y alimentación del ganado vacuno lechero. *Acribia*. 459p.
- Mogensen, L. 2005. Organic Milk Production Entirely Based on Home-Grown Food. Doctoral Thesis, Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre of Foulum, Tjele, Denmark, pp. 1-72.
- Mueller-Harvey, I. 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of Science, Food and Agriculture*. 86, 2010-2037.

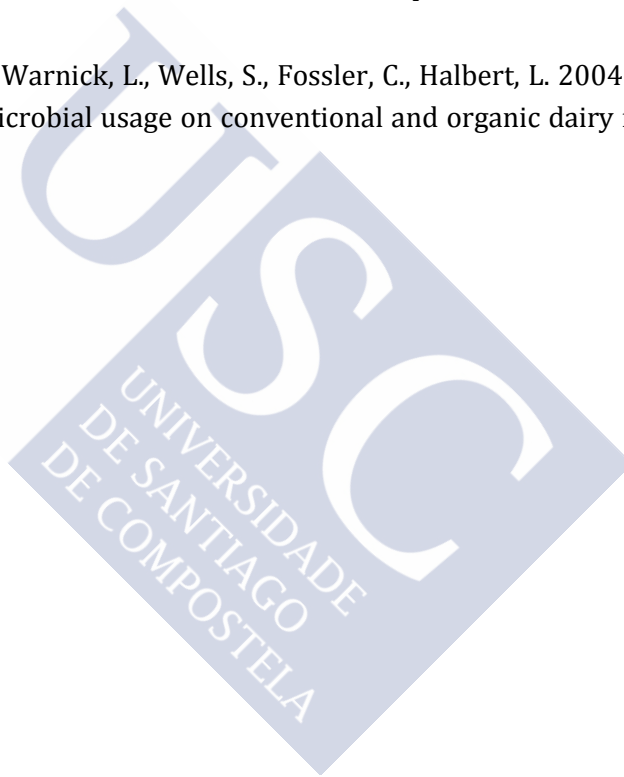
- NAHWOA, 2001. Breeding and feeding for animal health and welfare in organic livestock systems. Proceedings of NAHWOA: Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture, Wageningen, Netherlands. 1-224.
- Nauta, W.J., Van Der Burgt, G.J., Baars, T. 1999. Partner farms: a participatory approach to collaboration between specialised organic farms. En: Designing and Testing Crop Rotations of Organic Farming. Proceedings of an International Workshop. 149-158.
- Nauta, W.J. 2006. Selective Breeding in Organic Dairy Production. Doctoral Thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Wageningen University, pp. 1-162.
- Nauta, W.J, Baars, T., Bovenhuis, H. 2006. Converting to organic dairy farming: consequences for production, somatic cell scores and calving interval of first parity Holstein cows. Livestock Science. 99, 185-195.
- National Mastitis Council (NMC). 2006. Dry Cow Therapy. Disponible en: <http://nmconline.org/drycow.htm>
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th. revised edition. National Academy of Sciences, National Academic Press, Washington DC, USA.
- Nousiainen, J., Shingfield, K.J., Huhtanen, P. 2004. Evaluation of Milk Urea Nitrogen as a Diagnostic of Protein Feeding. Journal of Dairy Science. 87, 386-398.
- Orden. 1989. Orden de 4 de octubre de 1989 por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación Genérica «Agricultura Ecológica» y su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado. 239: 31348-31352.
- Owens, K., 2001. Copper, Cobalt and Molybdenum budgets on organic farms in Aberdeenshire Msh Thesis, Aberdeen, UK.
- Owens, K., Watson, C. 2002. Nutrient budgeting for trace elements: examples from Scottish organic farms. Proceedings of the UK Organic Research 2002 Conference, Aberystwyth, UK, pp. 147-148.
- Padel, S., Schmid, O., Lund, V. 2004. Organic livestock standards. Ed. Vaarst, M., Roderick, S., Lund, V., Lockeretz, W. En: Animal Health and Welfare in Organic Agriculture, pp. 57-72.
- Peno, J.W., MacDonald, K.A., Holmes, C.W. 2001. Toward a predictive model of supplementary feeding response from grazing dairy cows. En: Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 61, 229-233.
- Ploeger, H.W. 2002. *Dictyocaulus viviparus*: re-emerging or never been away. Trends in Parasitology. 18(8), 329-332.
- Ploeger, H.W., Verbeek, P.C., Dekkers, C.W.H., Strube, C., Van Engelen, E., Uiterwijk, M., Lam, T.J.G.M., Holzhauser, M. 2012. The value of a bulk-tank milk ELISA and individual serological and faecal examination for diagnosing (sub)clinical *Dictyocaulus viviparus* infection in dairy cows. Veterinary Parasitology. 184, 168-179.
- Pol, M., Ruegg, P.M. 2007. Treatment Practices and Quantification of Antimicrobial Drug Usage in Conventional and Organic Dairy Farms in Wisconsin. Journal of Dairy Science. 90, 249-261.
- Puls, R. 1994. Vitamin levels in animal health, 1st edition. Sherpa International, Clearbrook, BC.

- Real Decreto (RD). 1993. Real Decreto 1852/1993, de 22 de octubre, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Boletín Oficial del Estado. 283, 33528-33530.
- Reneau, J. K. 1986. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *Journal of Dairy Science*. 69, 1708-1720.
- Rey-Crespo, F., Miranda, M., López-Alonso, M. 2013. Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*. 55, 513-518.
- Rey-Crespo, F., López-Alonso, M., Miranda, M. 2014. The use of seaweed from the Galician coast as a mineral supplement in organic dairy cattle. *Animal*. 8(4), 580-586.
- Roesch, M., Dhoerr, M.G., Schären, W., Shcallibäum, M., Blum, J.W. 2007. Subclinical mastitis in dairy cows in Swiss organic and conventional production systems. *Journal of Dairy Research*. 74, 86-92.
- Rolfe, P.F., Boray, J.C. 1987. Chemotherapy of paramphistomiasis in cattle. *Australian Veterinary Journal*. 64, 328.
- Rosati, A., Aumaitre, A., 2004. Organic dairy farming in Europe. *Livestock Production Science* 90, 41-51.
- Rose, H., Rinaldi, L., Bosco, A., Mavrot, F., de Waal, T., Skuce, P., Charlier, J., Torgerson, P.R, Hertzberg, F., Hendrickx, G., Vercruysse, J., Morgan, E.R. 2015. Widespread anthelmintic resistance in European farmed ruminants: a systematic review. *Veterinary Record*. 176, 546-548.
- Rozzi, P., Miglior, F., Hand, K.J. 2007. A Total Merit Selection Index for Ontario Organic Dairy Farmers. *Journal of Dairy Science*. 90, 1584-1593.
- Ruegg, P. 2009. Management of mastitis in organic and conventional dairy farms. *Journal of Animal Science*. 87, 43-55.
- Sargison, N., Francis, E., Davison, C., Bronsvoort, B.M., Handel, I., Mazeri, S. 2016. Observations on the biology, epidemiology and economic relevance of rumen flukes (Paramphistomidae) in cattle kept in a temperate environment. *Veterinary Parasitology*. 219, 7-16
- Sato, K., Bennedsgaard, T.W., Bartlett, P.C., Erskine, R.J., Kaneene, J.B. 2004 Comparison of Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bulk Tank Milk in Organic and Conventional Dairy Herds in the Midwestern United States and Denmark. *Journal of Food Protection*. 67, 1104-1110.
- Sato, K., Bartlett, P.C., Erskine, R.J., Kaneene, J.B. 2005. A comparison of production and management between Wisconsin organic and conventional dairy herds. *Livestock Production Science*. 93, 105-115.
- Schaumann, W., 1995. Der wissenschaftliche und praktische Entwicklungsweg des Ökologischen Landbaus und seine Zukunftsaspekte. En: Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Kiel, Germany, pp. 1-12.
- Schukken, Y.H., Günther, J., Fitzpatrick, J., Fontaine, M.C., Goetze, L., Holste, O., Leigh, J., Petzl, W., Schuberth, H.J., Sipkah, A., Smith, D.G.E., Quesnell, R., Watts, J., Yancey, R., Zerbeg, H., Gurjara,

- A., Zadoksa, R.N., Seyfert, H.M. 2011. Host-response patterns of intramammary infections in dairy cows. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 144, 270-289.
- Schweizer, G., Braun, U., Deplazes, P., Torgerson, P.R. 2005. Estimating the financial losses due to bovine fasciolosis in Switzerland. *Veterinary Record*. 157, 188-193.
- Sharma, A., Prasad, S., Singh, Y., Bishist, R. 2014. Effect of polyherbal preparation supplementation on immunity and udder health of periparturient Karan-Fries crossbred dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*. 42(2), 217-221
- Shum, L.W.C., McConnel, C.S., Gunn, A.A., House, J.K. 2009. Environmental mastitis in intensive high-producing dairy herds in New South Wales. *Australian Veterinary Journal*. 87, 469-475.
- Skipp, R.A., Yeates, G.W., Chen, L.Y., Glare, T.R. 2002. Occurrence, morphological characteristics and ribotyping of New Zealand isolates of *Duddingtonia flagrans*, a candidate for biocontrol of animal parasitic nematodes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 45, 187-196.
- Socha, M.T., Tomlinson, D., Rapp, C., Johnson, A. 2002. Effect of nutrition on claw health. En: *Proceedings of the Society of Dairy Cattle Veterinarians, New Zealand Veterinary Association Conference*, pp. 73-91.
- Sorge, U.S., Moon, R., Wolff, L.J., Michels, K., Schroth, S., Kelton, D.F., Heins, B. 2016. Management practices on organic and conventional dairy herds in Minnesota. *Journal of Dairy Science*. 99(4), 3183-3192.
- Stiglbauer, K., Cicconi-Hogan, K., Richert, R., Schukken, Y., Ruegg, P., Gamroth, M. 2013. Assessment of herd management on organic and conventional dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, 96, 1290-1300.
- Sullivan, J.T. 1973. Drying and storing herbage as hay. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Ed. Butler, G.W. and Bailey, R.W. Academic Press. London, pp. 1-28.
- Sundrum, A. 2001. Organic livestock farming: A critical review. *Livestock Production Science*. 67, 207-2015.
- Sundberg, T., Berglund, B., Rydhmer, L., Strandberg, E. 2009. Fertility, somatic cell count and milk production in Swedish organic and conventional dairy herds. *Livestock Science*. 126, 176-182.
- Suttle, NF. 2010. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4th Edition, Cabi Publishing, UK.
- Svensson, C., Hessel, A., Höglund, J. 2000. Parasite control methods in organic and conventional dairy herds in Sweden. *Livestock Production Science*. 66, 57-69.
- Swinkels, J.M., Lam, T.J.G.M., Green, M.J., Bradley, A.J. 2013. Effect of extended cefquinome treatment on clinical persistence or recurrence of environmental clinical mastitis. *The Veterinary Journal*. 197, 682-687
- Tame, M. 2008. Management of trace elements and vitamins in organic ruminant livestock nutrition in the context of the whole farm system. Institute of Organic Training & Advice: Research Review: Management of trace elements and vitamins. Disponible en: http://orgprints.org/13565/1/Res_review_4_tame2.pdf
- Tamminga, S. 1996. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74, 3112-3124.

- Thamsborg, S.M., Roepstorff, A. 2003. Parasite problems in organic livestock production systems and options for control. *Journal of Parasitology*. 89, S277–S284.
- Thamsborg, S.M., Jorgensen, R.J. and Nansen, P. 1998. Internal parasitism of steers grazing extensively at different stocking rates. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 39, 311–323.
- Thamsborg, S.M., Roepstorff, A., Larsen, M. 1999. Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary Parasitology*. 84, 169–186.
- Thamsborg, S.M., Roepstorff, A., Nejsum, P., Mejer, H. 2010. Alternative approaches to control of parasites in livestock: Nordic and Baltic perspectives. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 52, S27.
- Thornton, I., Abrahams, P. 1983. Soil ingestion--a major pathway of heavy metals into livestock grazing contaminated land. *Science of the Total Environment*. 28, 287–294.
- Toolan, D.P., Mitchell, G., Searle, K., Sheehan, M., Skuce, P.J., Zadoks, R.N. 2015. Bovine and ovine rumen fluke in Ireland-Prevalence, risk factors and species identity based on passive veterinary surveillance and abattoir findings. *Veterinary Parasitology*. 212, 168–174.
- Vaarst, M., Bennedsgaard, I. Klaas, T. B. Nissen, S.M. Thamsborg, Ostergaard, S. 2006. Development and daily management of an explicit strategy of nonuse of antimicrobial drugs in twelve Danish organic dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 89, 1842–1853.
- Van Vuuren, A.M., Van Den Pol-Van Dasselaar, A. 2006. Grazing systems and feed supplementation. En: *Fresh herbage for dairy cattle*. Ed. Elgersma, A., Dijkstra J., Tamminga, S. Springer. Netherlands, pp. 85–101.
- Veerkamp, R.F., Thompson, R. 1999. A covariance function for feed intake, live weight, and milk yield estimated using a random regression model. *Journal of Dairy Science*. 82, 1565–1573.
- Vercruysse, J., Claerebout, E. 2001. Treatment vs. non-treatment of helminth infections in cattle: defining the threshold. *Veterinary Parasitology*. 98, 195–214.
- Villar, A., Gradillas, G., Fernández, C., Rodríguez-Bermúdez, R., López-Alonso, L. 2016. Dynamics of mammary infections in organic dairy farms in Northern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 14, e0502.
- Von Borell, E., Sörensen, J.T. 2004. Organic livestock production in Europe: aims, rules and trends with special emphasis on animal health and welfare. *Livestock Production Science*. 90, 3–9.
- Waller, P.J. 2006. Sustainable nematode parasite control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Animal Feed Science and Technology*. 126, 277–289.
- Weinreich, L.L., Thamsborg, S.M., Jensen, A.M., Vaarst, M., Rasmussen, J. 2005. Parasite control in Danish organic dairy herds and farmers' attitudes to agricultural production. En: *Proceedings of the 3rd SAFO Workshop*, Falenty, Poland, pp. 165.
- Weller, R.F., Bowling, P.J. 2000. Health status of dairy herds in organic farming. *Veterinary Record*. 146, 80–81.
- Weller, R.F., Bowling, P.J. 2004. The performance and nutrient efficiency of two contrasting systems of organic milk production. *Biological Agriculture and Horticulture Journal*. 22, 261–270.

- Weller, R.F., Bowling, P.J. 2007. The importance of nutrient balance, cropping strategy and quality of dairy cow diets in sustainable organic systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87, 2768-2773.
- Weller, R.F., Cooper, A. 2001. Seasonal changes in the crude protein concentration of mixed swards of white clover/perennial ryegrass grown without fertilizer N in an organic farming system in the United Kingdom. *Grass and Forage Science*. 56, 92-95.
- Werner, C., Sobiraj, A., Sundrum, A. 2010. Efficacy of homeopathic and antibiotic treatment strategies in cases of mild and moderate bovine clinical mastitis. *Journal of Dairy Research*. 77, 460-467.
- Williams, J.C., Bilkovich, F.R. 1971. Development and Survival of Infective Larvae of the Cattle Nematode, *Ostertagia ostertagi*. *Journal of Parasitology*. 57, 327.
- Woodward, J. 1988. Consumer attitudes towards meat and meat products. *British Food Journal*. 90, 101-104.
- Zwald, A., Ruegg, P., Kaneene, J., Warnick, L., Wells, S., Fossler, C., Halbert, L. 2004. Management practices and reported antimicrobial usage on conventional and organic dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 87, 191-201.





ANEXOS



ANEXOS

O intercambio de información entre investigadores, gandeiros e outros elementos do sector é esencial para poder avanzar no crecemento da produción leiteira ecolóxica. Por esta razón, para todos os participantes do proxecto foi esencial unha visita a todas as granxas participantes do proxecto para entregar os resultados obtidos en cada unha delas, discutir os resultados e asesorar na introducción de cambios e medidas de manexo para conseguir mellorar aqueles aspectos que dificultaban o avance da propia explotación.

Ademais, tamén realizamos xornadas informativas para gandeiros, membros do sector e especialistas co obxectivo de crear un foro de discusión sobre os avances no sector e os problemas fundamentais do mesmo.

Dentro deste apartado de anexos introducimos un exemplo das fichas técnicas individualizadas que realizamos para cada unha das granxas.



FICHA TÉCNICA SAÚDE DO UBRE

GRANXA NÚMERO 11

QUE É A MAMITE?

A **mamite** é unha das principais enfermidades que afectan ao gando vacún leiteiro causando graves **perdas económicas** para a granxa. O **reconto de células somáticas (RCS)** é o principal indicador da saúde do ubre e axúdanos a coñecer en que estado se atopa cada animal e a granxa no seu conxunto.

COMO ESTÁ A SÚA GRANXA?

Na seguinte táboa indicamos a media do **RCS dos animais** estudados tendo en conta o **número de lactación**. Mostramos tamén a media de RCS (células/mL) das granxas pertencentes á mesma categoría.

	Casa Codesal	Media granxas ecolóxicas
Total	64121	94886
1ª lactación	55654	64998
2ª e 3ª lactación	48417	84198
4ª e máis de 4 lactacións	89186	137531

Para realizar unha estimación do número de **vacas sas, con mamite subclínica e con mamite clínica** utilizamos un sistema de puntuación lineal. A continuación mostramos unha táboa resumo dos resultados para a súa granxa (% de vacas para cada un dos grupos).

	Ubre san	Mamite subclínica	Mamite clínica
Total	80,6%	14,4%	5,0%
1ª lactación	79,8%	15,8%	4,4%
2ª e 3ª lactación	88,4%	8,5%	3,0%
4ª e máis de 4 lactacións	73,7%	19,2%	7,1%

COMO POIDO MELLORAR?

Os RCS dependen de varios factores ademais do propio estado de saúde do ubre como o número de lactacións, a curva de lactación ou o uso de tratamentos de secado.

No caso da súa granxa observamos que o **RCS se atopa en valores inferiores** á media das granxas a ecolóxicas da rexión estudada. En canto ás porcentaxes de animais con mamite, observamos como de forma xeral **os animais manteñen un adecuado estado de saúde do ubre** (porcentaxes de mamite clínica e subclínica baixas).

Tendo en conta estes datos recomendamos continuar cos métodos de control implantados ata o de agora na granxa sen esquecer que o uso de **terapias de secado selectivas** só naqueles animais con altos RCS ao final da lactación así como **eliminar os animais vellos con altos RCS crónicos axudan a reducir o uso de antibióticos usados na granxa**, contribuíndo á loita contra as resistencias antibióticas.



FICHA TÉCNICA PARASITOS

GRANXA NÚMERO 11

QUE SON OS PARASITOS?

As **infeccións parasitarias** teñen unha grande importancia no vacún leiteiro debido ás **perdas produtivas** que levan asociadas. A maioría destas infeccións contráense no pasto, polo que os **sistemas extensivos baseados no pastoreo** teñen **maior risco** de infección. Ademais, no caso da produción ecolóxica debido á limitación no uso de tratamentos antiparasitarios de forma preventiva, pode existir unha maior carga parasitaria incrementándose polo tanto as perdas económicas.

COMO ESTÁ A SÚA GRANXA?

Estudáronse os principais parasitos que afectan ó gando vacún de zonas temperadas nun número representativo de animais da granxa (22 animais en lactación).

Animais negativos: aqueles que non presentan exposición nin están parasitados.

Animais positivos: aqueles que presentan exposición ou están parasitados

	Ostertagia ostertagi	Nematodos broncopulmonares	Calicophoron daubneyi	Fasciola hepatica
% Negativos	18,2%	100%	100%	27,3%
% Positivos	81,8%	0%	0%	72,7%

Anexamos nunha táboa os resultados obtidos para cada un dos animais.

COMO POIDO MELLORAR?

Tendo en conta que a súa granxa baséase nun sistema a pastoreo o **risco de infección é maior** que naquelas que manteñen os seus animais estabulados.

No caso de *F. hepatica* recomendamos realizar unha **análise coprolóxica a todos os animais da granxa** para detectar os infectados (antíxeno en feces) e tratar a todos os animais positivos. Recomendamos tratar con albendazol (no secado, só actúa sobre formas adultas) xa que tamén é eficaz sobre outro dos parasitos presentes na granxa, *Ostertagia ostertagi*. Porén, para aqueles animais cuxa análise de feces nos dese resultados altamente positivos de antíxeno de *Fasciola*, recomendamos unha **terapia fronte a formas maduras e inmaduras** do parasito con triclabendazol.

Por outra banda, débese revisar cal é a **fonte de infección**, pastos moi húmidos, cursos de auga, fontes nas fincas e valar estas zonas para evitar as continuas infeccións.

GRANXA NÚMERO 11

Mostra	Vaca	Larvas pulmonares (lgh)	Ovos Calicoph (ogh)	Ag Fasciola	Ac Ostertagia
1033	7097	0	0	0	0,9
2033	2570	0	0	1,7	0,8
3033	3655	0	0	2,9	0,9
4033	1560	0	0	2,6	1,1
5033	8399	0	0	14,8	0,6
6033	0391	0	0	0	0,7
7033	2762	0	0	0	0
8033	2290	0	0	0	0
9033	8791	0	0	8,3	1,1
10033	9043	0	0	35,9	1,2
11033	8909	0	0	92,9	1,1
12033	8637	0	0	5,5	0
13033	8792	0	0	3,4	0,8
14033	7194	0	0	0,0	0,6
15033	5996	0	0	2,2	1,0
16033	0204	0	0	4,2	0,8
17033	3660	0	0	12,4	0,8
18033	8794	0	0	7,4	1,3
19033	6995	0	0	1,2	0
20033	2796	0	0	0	1,0
21033	8681	0	0	46,9	0,9
22033	8401	0	0	4,9	0,8

Larvas pulmonares: larvas por g de feces

Ovos de *Calicophoron spp*: ovos por g de feces

Antíxeno en feces de *Fasciola hepatica*: concentración en ng/ml

Anticorpos fronte a *Ostertagia ostertagi*: valores de densidade óptica



FICHA TÉCNICA MICROMINERAIS

GRANXA NÚMERO 11

QUE SON OS MICROMINERAIS?

Os **microminerais** son uns **nutrientes esenciais** para manter a saúde, a inmidade e a reprodución do rabaño, e polo tanto para conseguir una boa produción. Atópanse de forma natural no chan, pero **determinadas rexións xeográficas poden ser pobres** nos mesmos, polo que se recomenda a súa **suplementación**. De forma habitual, na gandería convencional engádense nos pensos concentrados. Nos pensos ecolóxicos non se recomenda facelo por rutina, pero hai que **facen análises para coñecer a situación da granxa**, e, se é preciso, engadilos.

COMO ESTÁ A SÚA GRANXA?

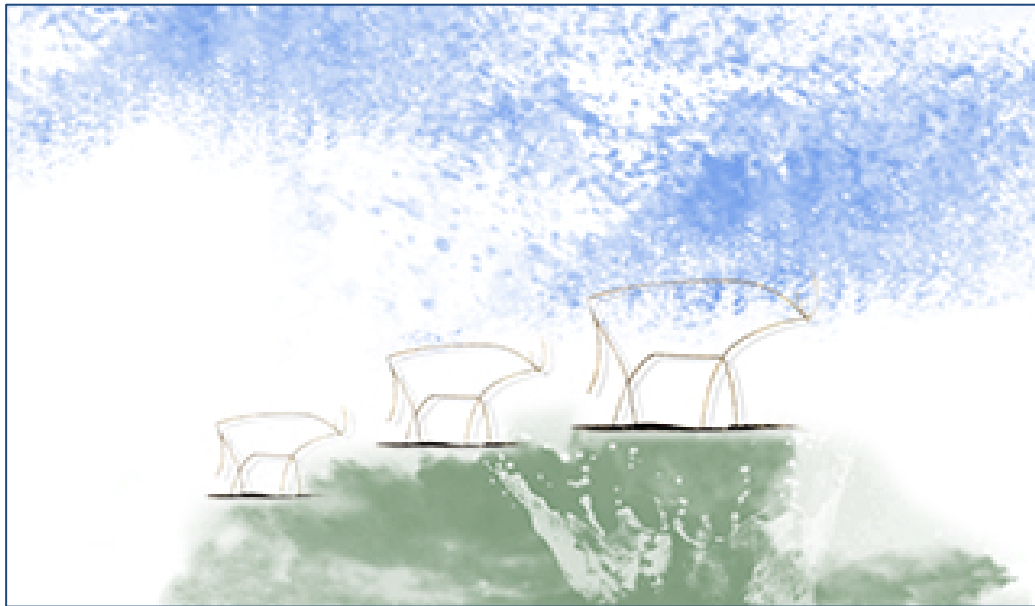
Estudáronse os principais microminerais para o gando vacún, tanto a nivel do sangue dos animais como na dieta que reciben.

Micromineral	Sangue	Valores referencia	Dieta	Valores recomendados
Co	1,378	0,17-2 µg/L	0,155	0,10 mg/kg
Cu	0,698	0,6-1,1 mg/L	5,22	10 mg/kg
Fe	1,60	1,1-2,5 mg/L	239	50 mg/kg
I	65,3	>40 µg/L	0,428	0,50 mg/kg
Mn	3,32	0,6-6,0 µg/L	78	20 mg/kg
Mo	66,6	2-35 µg/L	1,64	**
Se	38,0	40-140 µg/L	0,064	0,10 mg/kg
Zn	0,744	0,6-1,9 mg/L	36	30 mg/kg

COMO POIDO MELLORAR?

Na súa granxa os niveis de microminerais son **en xeral adecuados**, tanto no sangue dos animais coma na dieta.

Non obstante observamos que os **niveis de selenio (Se)**, un micromineral moi importante para a reprodución, son un pouco **baixos**. Recomendámoslle que **revise o corrector mineral** que estea empregando, sobre todo se detecta problemas reprodutivos.



A normativa ecolóxica esixe unha serie de puntos que difiren do manexo do gando leiteiro convencional polo que a información coñecida ata o de agora non sempre é aplicable. A restrición no uso de tratamentos e os cambios nos aspectos nutricionais fan que o estado sanitario e nutricional sexan os puntos críticos polos que os gandeiros están preocupados. De forma xeral, a optimización das prácticas de manexo en termos de prevención son esenciais para un correcto control da saúde do ubre e das infeccións por helmintos. Así mesmo, a obtención de forraxe de adecuada calidade tanto a nivel enerxético, proteico como mineral evitarán a aparición de deficiencias e permitirán a autosuficiencia da granxa reducindo a necesidade de achegas externas.